



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

DIPARTIMENTO AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI RISORSE  
NATURALI E AMBIENTE

Corso di laurea magistrale

**ADATTABILITÀ AMBIENTALE E RESISTENZA AL CALPESTAMENTO  
DI ALCUNE CULTIVAR DI *LOLIUM PERENNE***

Relatore

Dott. Stefano Macolino

Laureando

Dott. Andrea Lorenzi

ANNO ACCADEMICO 2012-2013

Alla mia cara Nonna Teresa





## Indice

1 I TAPPETI ERBOSI .....	9
1.1 DEFINIZIONE E TIPOLOGIE .....	9
1.2 CLASSIFICAZIONE CLIMATICA. IL CLIMA IN ITALIA .....	14
2 LE SPECIE DA TAPPETO ERBOSO .....	17
2.1 LE MICROTERME .....	17
2.2 LE SPECIE MACROTERME DA TAPPETO ERBOSO .....	20
3 I LOIETTI .....	21
3.1 LOLIUM PERENNE L. ....	22
3.1.1. DESCRIZIONE E IDENTIFICAZIONE VEGETATIVA .....	22
3.1.2. CARATTERISTICHE FISILOGICHE .....	25
3.1.3. POSSIBILITÀ DÌ IMPIEGO .....	28
3.1.4. PRATICHE COLTURALI .....	29
3.1.5. LE AVVERSITÀ .....	29
3.1.6. I LOIETTI DÌ NUOVA GENERAZIONE .....	33
4 LA COMPATTAZIONE DEL TERRENO CAUSATA DALL' ATTIVITÀ SPORTIVA .....	35
5 LA VALUTAZIONE VISIVA PER LA DETERMINAZIONE DELLA QUALITÀ DEL TAPPETO ERBOSO .....	39
5.1 DENSITÀ .....	39
5.2. TESSITURA .....	40
5.3. UNIFORMITÀ .....	41
5.4. COLORE .....	42
6 RILIEVI STRUMENTALI PER LA DETERMINAZIONE DELLA QUALITÀ DEL TAPPETO ERBOSO .....	45
6.1 GREENSEEKER HAND HELD <sup>TM</sup> OPTICAL SENSOR UNIT .....	45
6.2 ANALISI DELL'IMMAGINE DIGITALE .....	48
6.3 ACCRESCIMENTO VEGETATIVO .....	55
7 SCOPO DEL LAVORO .....	59

8 MATERIALI E METODI .....	59
8.1 CULTIVAR UTILIZZATE.....	66
8.2 INTERVENTI PREPARATORI .....	67
8.3 GESTIONE DELLA PROVA .....	68
8.4 RILIEVO E MODALITA'DÌ RACCOLTA DEI DATI.....	69
9 RISULTATI E DISCUSSIONI .....	75
9.1 ASPETTO ESTETICO GLOBALE (AEG) .....	77
9.2 NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI) .....	79
9.3 DENSITÀ .....	81
9.4 COLORE .....	83
9.5 ACCRESCIMENTO GIORNALIERO .....	87
9.6 ASPETTO ESTETICO GLOBALE (AEG) .....	89
9.7 NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI) .....	93
9.8 DENSITÀ .....	95
9.9 COLORE .....	97
10 CONCLUSIONI.....	101
BIBLIOGRAFIA .....	103

## RIASSUNTO

Le specie utilizzabili per la costituzione di un tappeto erboso ed in particolare quello sportivo, devono rispondere a diverse problematiche, in particolare modo la resistenza al calpestamento, inoltre devono avere un'ottima capacità di recupero, ma anche possedere ottime qualità estetiche e buona adattabilità alle condizioni pedoclimatiche locali.

Il presente elaborato ha avuto lo scopo di analizzare il comportamento di diverse cultivar di *Lolium perenne*, in merito alla tolleranza al calpestamento e alla loro adattabilità alle condizioni della pianura veneta.

Sono state impiegate 10 cultivar di *Lolium perenne*, di cui 5 tradizionali (Vantage, Presidio, Pizzaz 2, Caddieshack e Azimuth) e 5 di nuova generazione (CSI, Corsica, PPG-PR 171, PPG-PR 172 e RPR). Sono state realizzate due prove parcellari in campo presso l'Azienda Agraria Sperimentale dell'Università di Padova che differivano unicamente per il trattamento. Nella prima prova le cultivar erano confrontate in assenza di calpestamento, mentre nella seconda erano confrontate in condizioni di calpestamento che simulava il gioco del calcio.

La prova in cui i loietti non erano calpestati ha evidenziato come la CV Corsica abbia avuto una buona adattabilità ambientale al clima della Pianura Padana, soprattutto quello estivo, rispetto alle altre CV sperimentate mentre per la prova soggetta a calpestamento le cultivar di nuova generazione, soprattutto CSI e Corsica, hanno evidenziato una migliore capacità di recupero rispetto alle cultivar tradizionali, grazie alla presenza degli pseudo stoloni che garantiscono un incremento della copertura e aumentano la capacità di resistere agli stress antropici.

## ABSTRACT

The specie used for sporting turf must respond to some problems, in specific, resistance to trampling, an excellent recovery capacity and an excellent aesthetic quality.

The present study was aimed to analyze the behavior of 10 cultivars of *Lolium perenne*, 5 CV traditional and 5 Cv of new generation, regarding the tolerance to trampling and their adaptability to the local condition.

It was realize two tests: in the first test the CV were compared for the adaptability of local condition, while in the second were compared in terms of trampling.

In both trials the best CV for aestetich quality and environmental adaptability were: Presidio, Corsica and CSI, the latter in particular for high density.



# **1 I TAPPETI ERBOSI**

## **1.1 DEFINIZIONE E TIPOLOGIE**

Il tappeto erboso è sicuramente uno dei doni più belli che la natura e l'opera dell'uomo potessero farci. Oltre a costituire un servizio per l'uomo sotto diversi punti di vista, esso rappresenta di per sé una bellezza insostituibile (Croce et al., 2006). Esso è inteso come una copertura erbacea comprendente lo strato più superficiale di suolo interessato dalla presenza di radici e rizomi, usualmente tagliata bassa e caratterizzata da uniformità e bassa crescita (Beard, 1991).

Il tappeto erboso oggi richiama alla mente ben più che un prato. Le superfici in erba, oltre a costituire la base di molte attività ricreative ed essere un gradevole elemento ornamentale, riescono a svolgere, se correttamente gestite e utilizzate, una funzione ambientale di non poca importanza. Tale funzione ambientale è riconducibile alla capacità del tappeto erboso di ridurre gli estremi termici, il rumore del traffico, la polvere, il livello d'inquinamento e anche l'erosione del terreno (Croce et al, 2006).

In Italia è sempre più frequente il ricorso a coperture erbacee per scopi agricoli e di tutela ambientale, si tratta di "cover crops" (Russi L. et al, 2001). I tappeti erbosi costituiscono un particolare tipo di coltura agraria, dove il prodotto non è ciò che si asporta, ma ciò che rimane sul campo (Cereti C.F. 1993). Rientrando a pieno titolo nell'ambito agricolo, si pensi che nell'antichità aree inerbite con copertura erbacea stabile avevano una funzione legata soprattutto al pascolo degli animali domestici e alla protezione delle proprietà, oggi il tappeto erboso svolge, oltre alla funzione sportiva anche funzioni tecniche, estetiche e ricreative (Volterrani M. e Magni S., 2007)

I tappeti erbosi sono classificati in base alla funzione che devono assolvere:

1. ornamentali;
2. funzionali;
3. sportivi;
4. ricreativi

### **1) Tappeti erbosi ornamentali**

I cosiddetti prati all'inglese (lawn turf) sono un tipo particolare di tappeto erboso che hanno una funzione prevalentemente estetica e in alcuni casi possono svolgere anche una funzione ricreazionale. Sono utilizzati in parchi e giardini pubblici o privati, nelle aree urbane intorno agli edifici, nelle strutture commerciali o nelle scuole, allo scopo di creare un ambiente piacevole in cui vivere e lavorare (Beard, 1973).

In conformità a questa tipologia di utilizzo assumono importanza alcuni parametri qualitativi tra cui: l'uniformità, la densità e l'intensità del colore, legati soprattutto all'aspetto estetico, che riveste qui un ruolo centrale.



Figura.1.- Parco pubblico

### **2) Tappeti erbosi funzionali**

Utilizzando la terminologia inglese si parla di “utility turf” (tappeti erbosi funzionali) quando sono sfruttate le caratteristiche del tappeto erboso per il

controllo del fenomeno erosivo o in generale per la stabilizzazione del suolo (Turgeon, 1980).

La funzione anti-erosiva del tappeto erboso è dovuta principalmente al sistema radicale fibroso denso ed esteso delle specie che lo compongono che aiuta a mantenere una maggiore porosità del suolo e rifornisce il terreno di sostanza organica, migliorando la struttura del terreno e favorendo così la percolazione dell'acqua mentre la parte epigea riduce l'erosione superficiale ad opera dell'acqua e del vento.

I tappeti erbosi funzionali sono spesso utilizzati al margine delle strade o come fasce inerbite negli aeroporti dove, oltre a dividere le piste asfaltate, possono essere utilizzate per l'atterraggio di aerei ultraleggeri.



Figura. 2.- Avio superficie di Pozzonovo

### ***3) Tappeti erbosi sportivi***

Il calcio, il tennis, il rugby, l'equitazione, il baseball e il golf sono solo alcuni degli sport che si praticano su superfici inerbite.

Il tappeto erboso per uso sportivo (sport turf) ha delle esigenze di manutenzione particolari a causa dell'intenso calpestamento che compatta il substrato e determina l'usura del tappeto erboso (Turgeon, 1980). In questo caso le caratteristiche delle specie e del substrato devono essere tali da soddisfare i parametri richiesti dallo sport che è praticato.



Figura 3. – Tappeto erboso dello stadio della squadra del Manchester City

Nelle figure 4, 5 e 6 si possono notare le differenze tra le tre tipologie di tappeto erboso: ornamentale, funzionale e sportiva per quanto concerne l'altezza di taglio la densità. I tappeti erbosi funzionali sono caratterizzati da un'altezza di taglio maggiore rispetto a quelli ornamentali e sportivi, mentre questi ultimi sono caratterizzati da una maggiore densità.

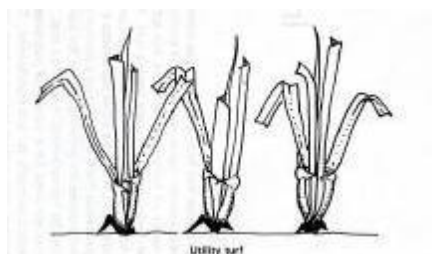


Figura 4. - Tappeto erboso ornamentale (Turgeon, 1980).



Figura 5. - Tappeto erboso funzionale (Turgeon, 1980).



Figura 6. - Tappeto erboso sportivo (Turgeon, 1980).

#### **4) *Tappeti erbosi con funzione ricreativa***

Per tappeti erbosi ricreazionali s'intendono quelle aree che fanno da base statica ad attività socio-ricreative come ad esempio i parchi gioco.

Queste superfici vengono a volte definite come tappeti "rustici", perché hanno minor valore estetico, più simile alla cenosi più naturali e in grado di sopportare anche un uso piuttosto intenso. La gestione di queste aree è direttamente proporzionata all'uso cui sono sottoposte.



**Figura.7 - Parco giochi a Castello di Fratta**

## **1.2 CLASSIFICAZIONE CLIMATICA. IL CLIMA IN ITALIA**

Ogni tappeto erboso sia esso realizzato in purezza o in miscuglio fornisce le migliori prestazioni nelle zone in cui le condizioni pedo-climatiche sono più simili a quella d'origine delle specie impiegate. Il clima dell'Italia è conosciuto con il nome di "clima mediterraneo". Le sue caratteristiche sono: inverno mite ed estate calde e secche. I mesi più freddi sono gennaio e febbraio, mentre quelli più caldi sono luglio e agosto (Croce P. et al, 2006).

La piovosità, sia in termini di quantità ma anche di distribuzione, varia molto all'interno della penisola. Analogo ragionamento si può fare per le temperature medie, minime e massime giornaliere, anch'esse molto variabili e differenti in base alla regione. A tal proposito in Italia si possono suddividere diverse regioni in base ai parametri della piovosità e della temperatura.

La Regione Padano - veneta settentrionale ha una piovosità annua di 800-1000 mm. La temperatura media annuale si aggira sui 12°C, l'escursione media annua è di 18-20°C, le escursioni giornaliere non sono molto forti, la temperatura media giornaliera dei mesi più caldi è di circa 20°C, quella dei mesi più freddi da -1 a +1°C, le minime assolute possono eccezionalmente scendere sotto i -15°C.

La Regione-Padano meridionale rispetto alla precedente, ha una minore piovosità di circa 600-800 mm/annui, prevalentemente in autunno e primavera, con siccità estiva più pronunciata. ( Giardini L., 2004).

Il clima non omogeneo in tutta la penisola, ma soprattutto la presenza di una piovosità non costante e temperature non uniformi nelle varie regioni climatiche, non crea per le specie da tappeto erboso, sia macroterme sia microterme, delle condizioni ideali e costanti in tutto il periodo dell'anno.

L'Italia, come la fascia centrale degli Stati Uniti d'America, si trova in una zona di transizione climatica all'interno della quale le microterme risentono delle condizioni climatiche tipiche dell'estate e le macroterme risentono delle

condizioni climatiche invernali. Il fattore climatico principale da considerare nella scelta della specie è la temperatura, in particolare i suoi estremi, che condizionano l'attività vegetativa e la sopravvivenza delle specie.

La temperatura costituisce il fattore più influente nella scelta della specie poiché non è possibile modificarla, mentre è possibile correggere, ad esempio, le carenze idriche tramite irrigazione.

Altrettanto importante, ai fini della scelta delle specie, è la funzione che il tappeto erboso dovrà svolgere. Per manti erbosi di particolare pregio qualitativo la scelta delle specie è ponderata in base alle loro caratteristiche estetiche; mentre in aree sottoposte a frequente calpestamento, soprattutto in aree sportive, per mantenere la miglior funzionalità possibile, sono impiegate specie soprattutto caratterizzate da una grande capacità di resistenza e di recupero, quali le specie macroterme ed anche alcune microterme in via di sperimentazione.





## 2 LE SPECIE DA TAPPETO ERBOSO

### 2.1 LE MICROTERME

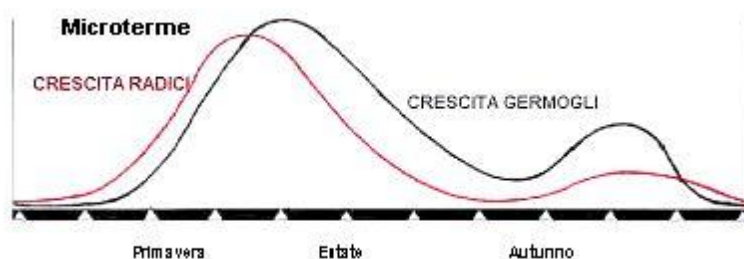
Le specie da tappeto erboso sono suddivise in due gruppi: le specie microterme che prediligono le zone temperate e sub-artiche e le specie macroterme adatte alle zone tropicali e sub-tropicali (Turgeon,1980).

A separare la fascia climatica temperata da quella sub-tropicale, è la zona di transizione. In questa zona convivono macroterme e microterme ai limiti dei rispettivi range termici (Turgeon, 1980). La zona di transizione è quella che richiede maggiore attenzione nella gestione dei tappeti erbosi perché in inverno le temperature sono tanto basse da indurre stress alle macroterme, mentre in estate si hanno temperature elevate che sfavoriscono le microterme. L'Italia è una tipica zona di transizione.

**Tabella 1- Cardinali termici (°C) per le specie da tappeto erboso.**

	Macroterme	Microterme
	°C	°C
Ottimo (apparato aereo)	26-35	15-21
Ottimo (apparato radicale)	21-29	10-18
Massimo (apparato aereo)	49	32
Massimo' (apparato radicale)	43	25
Minimo (apparato aereo)	18	4
Minimo (apparato radicale)	10	1

Tradizionalmente le specie da tappeto erboso più utilizzate appartengono alle microterme ( Geren H. et al, , 2009). Le specie da tappeto erboso microterme sono essenzialmente una ventina, facenti parte della sottofamiglia delle *Festucoideae* ed appartenenti ai generi *Agrostis*, *Festuca*, *Lolium* e *Poa*. Si tratta di specie che si sono particolarmente adattate a crescere in climi a carattere prevalentemente freddo-umido. Sono però anche diffuse in regioni fredde sub-umide e fredde semi-aride, così come nella zona di transizione. In linea di massima presentano un intervallo di temperatura ottimale compresa fra i 10 e i 18 °C per quanto concerne l'attività radicale e fra 15 e 24 °C per la parte epigea vegetativa aerea, con due picchi di crescita: in tarda primavera (il più elevato) e in autunno; durante la stagione calda la crescita è ridotta o addirittura interrotta (dormienza)( Fig. 8). Nelle stagioni intermedie e in inverno le specie microterme si adattano ottimamente ai nostri climi, mentre durante il periodo estivo è indispensabile effettuare costanti interventi irrigui per evitare il disseccamento della parte epigea(Volterrani et al., 1996).



**Figura. 8 - Crescita stagionale di germogli e radici di specie microterme.**

In Italia le specie maggiormente impiegate per la realizzazione di tappeti erbosi sono: *Poa pratensis*, *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra* e *Agrostis stolonifera*, soprattutto per la facile reperibilità del seme che, generalmente, proviene dall'Europa centro-settentrionale ( Croce P. et al., 2002). Fra le altre caratteristiche di queste specie si annoverano la propagazione principalmente sessuata (da seme), la crescita tendenzialmente

eretta, l'apparato radicale poco profondo (ad eccezione di *Festuca arundinacea*), la buona resistenza all'usura, una discreta resistenza alle malattie sia di tipo fungine che ad opera di insetti. Sono piante longidiurne, che richiedono un periodo di vernalizzazione per andare a fiore, caratteristica peraltro che non interessa dato l'uso di queste specie (tagli bassi e frequenti che recidono le infiorescenze).

L'origine di queste specie, come detto, è in gran parte euroasiatica, ma oggi esse sono diffuse in tutto il mondo e i centri di selezione varietale sono in massima parte concentrati nel centro nord dell'Europa e in nord dell'America (Panella et al., 2000). Un confronto varietale su *Poaceae* microterme da tappeti erbosi, ha dimostrato che anche nel periodo estivo, alcune varietà di *Lolium perenne* e di *Poa pratensis* ma soprattutto di *Festuca arundinacea* mostrano un aspetto estetico più che soddisfacente (Volterrani et al., 1997a). L'adattamento ottimale all'ambiente di prova di quasi tutte le varietà di *Festuca arundinacea* fa auspicare una maggiore diffusione su tappeti erbosi ricreativi in considerazione anche dell'elevata resistenza al calpestamento, alle malattie, ai suoli acidi e della bassa suscettibilità alla formazione di feltro (Volterrani et al.1997b).

Dal punto di vista dell'adattabilità ambientale la maggior parte di queste specie manifesta una resistenza al freddo piuttosto spiccata, ma mal si adatta a stazioni climatiche siccitose e a situazioni di alto logorio o sotto regime di tagli bassi e frequenti. A tal proposito sono state messe a confronto 7 varietà di *Poa pratensis* e 3 varietà di *Lolium perenne* per tre anni nel nord-est della Romania che hanno confermato come entrambe le specie abbiano avuto difficoltà vegetativa nei mesi estivi, soprattutto nel 2007, per poi riprendere vigore nei mesi autunnali (Maitre et al., 2004). Tuttavia la presenza nella specie *Poa pratensis* dei vigorosi rizomi permette alle stesse di avere una maggiore tolleranza alla siccità e di ottenere una buona copertura del terreno, densità e recupero dopo la fase di calpestamento simulato (Fitzpatrick e K. Guillard,2004; Githinji, 2009; Hunt e Dunn,1993; Johnson, 2003;

Richardson,2008). La presenza di strutture, come rizomi o stoloni, in grado di aiutare la pianta a superare periodi o situazioni di stress, ha diretto la ricerca sullo sviluppo anche nel genere dei Loietti da tappeto erboso, delle strutture stolonifere, ricerca già avviata per i loietti foraggeri.( Alderton S, 2007).

## **2.2 LE SPECIE MACROTERME DA TAPPETO ERBOSO**

L'attività vegetativa delle specie macroterme nei climi temperati prevede una dormienza invernale che può durare anche 6 mesi, solitamente queste specie entrano in dormienza in autunno, riprendono lentamente l'attività vegetativa nel mese di aprile per proseguire sempre più velocemente fino a raggiungere il picco massimo in estate ( Fig. 2). La temperatura di base per l'accrescimento varia in funzione della specie e anche all'ambito delle specie, fra 0° e 13°C, sebbene la maggior parte delle specie, al raggiungimento di queste temperature, mettano in atto un meccanismo di sopravvivenza, detto "dormienza", caratterizzato visivamente dalla perdita di clorofilla nei tessuti per cui le piante diventano gialle e/o marrone, perdendo così di qualità estetica invernale causata dalle basse temperature (Miele et al.,2000), problema che in alcuni casi suggerisce di ricorrere a tappeti misti di micro e macroterme mediante trasemina stagionale (Grossi et al.,2008). Le specie macroterme offrono una serie di vantaggi, per esempio permettono di ridurre il consumo di acqua per l'irrigazione grazie all'ottima resistenza alla siccità, oltre a sopportare un'elevata concentrazione di sali sia nell'acqua che nel suolo. Grazie, anche, a quest'ultima caratteristica si sta diffondendo l'utilizzo, nelle zone costiere del centro e sud Italia, di *Paspalum vaginatum* (Theron Ep. et al.2010) (Nannicini M. et al,2011)( Volterrani et al.,2001). Per l'elevata qualità estetica è doveroso citare *Zoysia matrella* (Pompeiano et al.,2012).

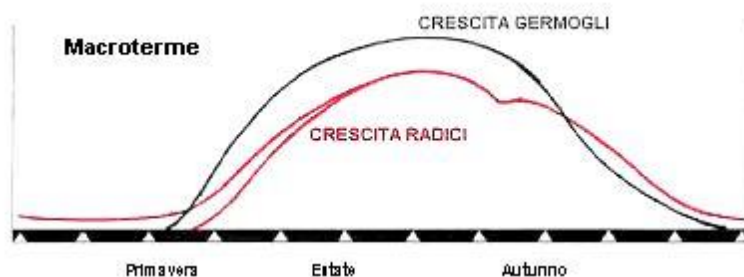


Figura. 9 - Crescita stagionale di germogli e radici di specie macroterme.

### **3 I LOIETTI**

Il genere *Lolium* appartiene alla famiglia delle *Graminacee*, subfamiglia *Pooideae*, tribù *Poeae*, le specie che vi fanno parte hanno origini europee, dell'Asia temperata e del nord dell'Africa ma si sono largamente diffuse in tutto il mondo come colture, soprattutto nelle regioni temperate e sub-tropicali. Ha notevole interesse dal punto di vista foraggero, come dimostrato dall'uso significativo in stati come: Giappone, Australia e Nuova Zelanda e Inghilterra, dove si registrano colture di *Lolium* spp. già dal XVII secolo (Casler and Duncan, 2002). Questo genere presenta due specie utilizzabili per la costituzione di tappeti erbosi, e cioè *Lolium multiflorum* e *Lolium perenne*. Principale caratteristica di queste specie consiste nell'elevata velocità d'insediamento, che consente loro di colonizzare rapidamente il terreno nudo limitando i fenomeni di erosione, l'ingresso di infestanti e fornendo anche eventuale protezione per altre specie consociate. Da *Lolium perenne* e *L. multiflorum* provengono diversi ecotipi derivanti da incroci naturali, ma anche ibridi interspecifici artificiali. Il lavoro di miglioramento genetico di questo genere è molto attivo in nord dell'Europa, nelle isole britanniche, negli Stati Uniti e in Nuova Zelanda.

### 3.1\_LOLIUM PERENNE L.

E' una specie perenne di breve longevità, originaria delle fasce temperate del continente euroasiatico, ma è stata introdotta e coltivata anche nel Nord e sud dell'America, in nord dell'Africa, Australia e Nuova Zelanda. Tra le essenze da tappeto erboso è sicuramente quella che ha avuto il più grande impiego e la maggiore diffusione. Europa e U.S.A., nonostante il *Lolium perenne* sia utilizzato in tutto il mondo, sono gli stati che ne impiegano la maggiore quantità. (Tabella 2)

**Tabella 2 Mercato mondiale del *Lolium perenne* (1999)**

	Prato	Percentual e sul totale	Foraggio	Percentual e sul totale	Prato+Foraggi o	Percentual e sul totale
Europa	21.755,00 0	33,6	41.009,00 0	75,3	62.798,000	52,7
USA	41.400,00 0	64	220,000	0,4	41.684,000	35
Canada	1,000	1,5	100,000	0,2	1.102,000	0,9
Giappon e	0,000	0	4.250,000	7,8	4.250,000	3,6
Nuova Zelanda	0,000	0	5.000,000	9,2	5.000,000	4,2
Australia	300,000	0,5	2.500,000	4,6	2.800,000	2,3
Sud America	250,000	0,4	1.200,000	2,2	1.450,000	1,2
Sud Africa	0,000	0	200,000	0,4	200,000	0,2
TOTALE	64.705,00 0	100	54.479,00 0	100	119.184,000	100

#### 3.1.1.DESCRIZIONE E IDENTIFICAZIONE VEGETATIVA

Da un punto di vista morfologico *L. perenne* è molto simile a *L. multiflorum*, presenta, però taglia inferiore, prefogliazione conduplicata, foglie più strette, glabre, ligula più ridotta di circa 2 mm e auricole rudimentali. Il gambo può essere eretto o prostrato, nodoso ( 2-4 nodi) o liscio E' una specie di media tessitura che forma tappeti di buona densità, di colore verde scuro ed ha habitus di crescita cespitoso. L'apparato radicale è di natura fibrosa e si

rinnova ogni anno L'infiorescenza ( Fig. 10) è costituita da 10-30 spigchette poste in modo alterno direttamente sul rachide centrale.



Figura. 10 Infiorescenza

Le spigchette ( Fig. 11) contengono dalle 3 alle 10 cimette; ogni spigchetta è racchiusa da due glume di solito vuote alla base di ogni spigchetta, ma in quella terminale è assente le glume inferiore.( Hannaway D. et al, 1999)

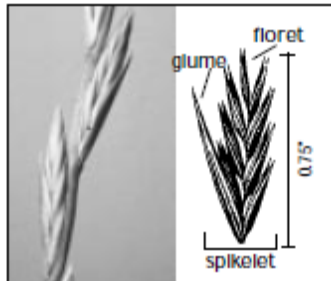


Figura. 11. Spigchetta di *Lolium perenne*

La propagazione avviene per seme (Fig. 12), la germinazione dello stesso è molto rapida e la velocità d'insediamento estremamente elevata grazie anche a un tasso d'accrescimento verticale dei culmi molto rapido.

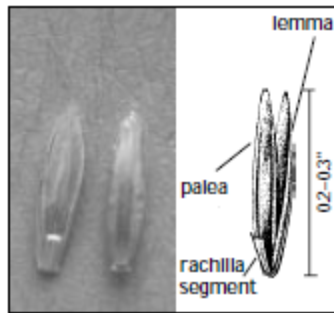


Figura. 12 Seme di *Lolium perenne*

## CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE

**Prefogliazione:** conduplicata

**Lamina:** larga da 2 a 5 mm con punta acuminata, la pagina superiore presenta nervature molto accentuate mentre quella inferiore è lucente e dotata di una sviluppata carenatura.

**Ligula:** membranosa con apice troncato, lunga da 0,5 a 1,5 mm.

**Auricole:** di dimensioni da piccole a intermedie, rudimentali.

**Guaina:** glabra, porzione basale rossiccia, margini sovrapposti.

**Collare:** da stretto a medio - largo, diviso, glabro.

**Habitus Di Crescita:** culmi eretti, portamento cespitoso.



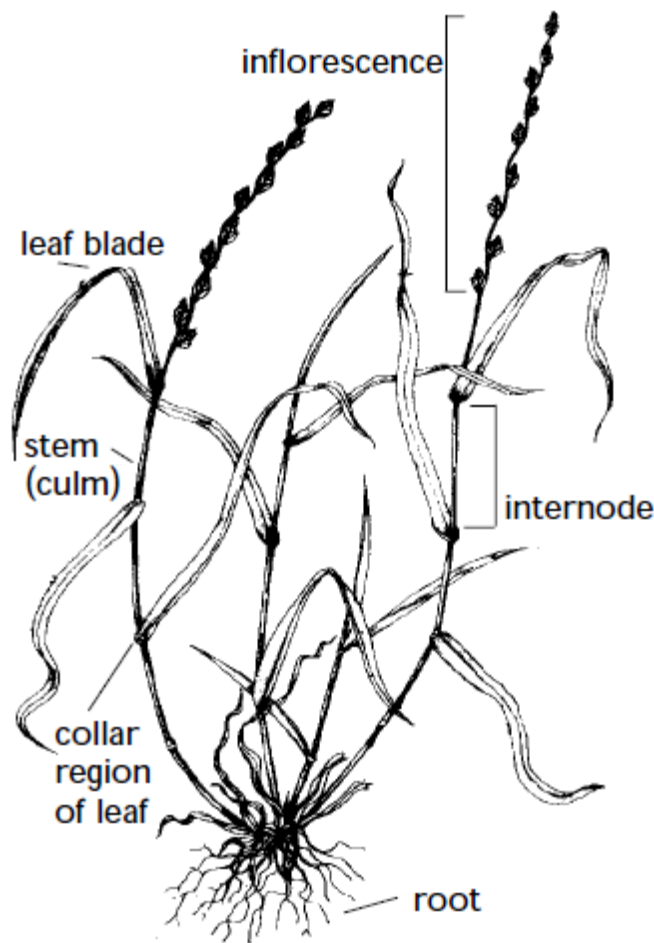


Figura.13 Pianta di *Lolium perenne*

### 3.1.2.CARATTERISTICHE FISILOGICHE

Nonostante sia una specie perenne, e pur chiamandosi "*Lolium perenne*", in realtà ha vita limitata e che fornisce il meglio delle sue prestazioni nella prima e nella seconda stagione di crescita, dove esercita pienamente la sua elevata azione competitiva, soprattutto con temperature comprese tra 20 e 25°C (Beard, 1973). E' una specie che si adatta in modo ottimale a climi freddi e umidi. Un indicatore alla resistenza al freddo, come evidenziato da Ellis nel 1981, è la presenza di biomassa, che garantisce un maggiore indice di area fogliare con una maggiore capacità fotosintetica soprattutto in inverno.

Aumentando l' altezza di taglio aumenterà la quantità di biomassa, mentre diminuendo l' altezza andremo a migliorare la capacità di ripresa, sarà quindi necessario trovare il giusto compromesso tra le due caratteristiche per ottenere contemporaneamente il massimo dalle due caratteristiche sopra espresse ( Lush and Rogers, 1992). Questa specie evidenzia le migliori performance in terreni fertili e ben drenati, nonostante sia in grado adattarsi a svariati tipi di terreno. Resiste a fenomeni prolungati di allagamento con temperature di sotto 27°C. E' una pianta che si adatta in modo ottimale ai climi settentrionali del nostro paese anche se nei periodi estivi necessita di essere irrigata ( Casler M.D. e Duncan R.R., 2002). Il pH del terreno ottimale è di 6.5, ma tollera terreni con pH variabile tra i 5.1 e gli 8.4 ( Beard, 1973). Questa specie può persistere per più anni in assenza di stress termici o altezze di taglio troppo basse. E' adattata alle regioni di transizione, manifestando una buona resistenza al logorio e una discreta tolleranza all'ombreggiamento e alla salinità del terreno. Come già detto non sopporta gli estremi termici e la siccità (Van Dersal, 1936). May e Milthorpe nel 1962 definirono due strategie da adottare per questa specie al fine di superare le condizioni di siccità: la prima fase riguardava la produzione e maturazione del seme, che doveva completarsi prima che la pianta incontrasse situazioni di sofferenza da siccità, la seconda fase invece era ipotizzata per prati maturi nei quali si deve cercare di fare sviluppare l'apparato radicale in profondità oppure renderlo più denso in modo tale che il contenuto maggiore di acqua accumulato all'interno della radice , risultasse di una quantità necessaria, ed essere in grado di sopperire ai periodi di carenza idrica e a fare recuperare la pianta con più facilità in situazioni di stress idrico.

**Tabella 3- Caratteristiche fisiologiche principali.**

<b>Terreno ottimale</b>	fertile, umido, ben dotato di elementi nutritivi
<b>pH ottimale</b>	6,0-7,0
<b>Tolleranza alla salinità</b>	media
<b>Potenzialità di recupero</b>	medio-alte
<b>Resistenza alle basse temperature</b>	eccellente
<b>Resistenza al logorio</b>	buona
<b>Resistenza alle alte temperature</b>	scarsa
<b>Velocità di insediamento</b>	scarsa
<b>Esigenze idriche</b>	medio-bassa
<b>Resistenza all'ombreggiamento</b>	media
<b>Tolleranza ai ristagni idrici</b>	scarsa
<b>Resistenza alle malattie fungine</b>	medio-bassa
<b>Resistenza alla siccità</b>	scarso

### 3.1.3. POSSIBILITÀ DÌ IMPIEGO

*Lolium perenne* è tradizionalmente consociata a *Poa pratensis* e *Festuca rubra*, i miglioramenti genetici sul colore, hanno reso le cultivar di loietto ancora più compatibili, aumentando ulteriormente la possibilità di mescolare queste specie (Casler M.D. e Duncan R.R., 2002).

Questi miscugli sono normalmente impiegati per tappeti erbosi a uso sportivo, per giardini ornamentali e prati di vario genere. *Lolium perenne* è raramente seminata da sola. Secondo le più moderne indicazioni, nel caso di semina in miscuglio occorre non superare il 10% in peso di *Lolium perenne*, il che equivale a una percentuale in numero di semi di circa l' 1,5% in semine con *Poa pratensis* e di circa il 5-6% in semine con festuche a foglie fini. Come specie protettrice il loietto è utilizzato per rapidi inerbimenti e stabilizzazioni di terreni: infatti una copertura di loietto in fine estate si può ottenere in 4-5 giorni dalla semina, mentre con le festuche fini occorre una settimana, con *Poa pratensis* non meno di 2 - 3 settimane e con *Agrostis* spp. circa un mese. Da ciò deriva il suo massiccio impiego per le trasemine su campi sportivi, campi da golf (tee e fairway), giardini. Trova notevole utilizzo anche su superfici prative funzionali (piste di aeroporti, banchine di strade, ecc.) dove la rapidità di insediamento è un pregio imprescindibile. È inoltre utilizzata per la trasemina invernale su macroterme di pregio (anche su green di campo da golf). Nelle regioni della costa orientale degli USA, il loietto seminato in purezza è una valida alternativa ai tappeti erbosi di *Agrostis stolonifera*, permettendo una notevole riduzione dei costi di gestione. Per conservare il tappeto erboso di *L. perenne* sono però necessarie delle trasemine ogni due o tre anni.

### 3.1.4. PRATICHE COLTURALI

*Lolium perenne* ha una gestione abbastanza intensa, l'altezza di taglio è compresa fra 25 e 50 mm, sotto i 20 mm si hanno seri problemi di persistenza del tappeto, perché rimane poca superficie fogliare ed anche perché lo sviluppo dell'apparato radicale e della corona si riducono fortemente. Il fabbisogno d'azoto varia da 0,2 a 0,5 kg/100 m<sup>2</sup> per mese di crescita. Occorre però prestare attenzione poiché elevati livelli di azoto possono aumentare la suscettibilità ad alcune malattie, come ad esempio per il *Pythium blight* e *Rhizoctonia solani*, *cerealis* e *oryzae* e alle basse temperature. Questa specie richiede irrigazioni regolari nel periodo estivo mentre e non presenta particolari problemi connessi alla formazione di feltro.

### 3.1.5. LE AVVERSITÀ

Le possibili malattie fungine che possono colpire *Lolium perenne* si possono distinguere in due gruppi: quelle che si presentano prevalentemente durante la fase di insediamento e quelle invece che si manifestano nel tappeto erboso maturo. Nel primo caso rientra la malattia *Pythium blight* provocata da *Pythium spp.*. Il patogeno si sviluppa con temperature massime comprese tra 29 e 35°C e minime superiori a 20°C, ed elevata umidità atmosferica. Altri fattori che contribuiscono allo sviluppo del patogeno sono: elevati livelli di concimazione azotata, pH del terreno tendenzialmente alcalino e sovra irrigazione. La malattia si presenta inizialmente con chiazze circolari di tappeto erboso secco, aventi diametro compreso tra 2 e 5 cm (a volte anche 15 cm). Tali chiazze in seguito possono allargarsi con impressionante rapidità. L'infezione progredisce attraverso il contatto ed anche il passaggio di mezzi

come ad esempio il tosaerba. La malattia porta all'avvizzimento delle piantine.



Figura 14. Danni da *Phytium blight*

In un tappeto erboso già formato *L. perenne* è facilmente colpito dalla ruggine, causata da *Puccinia spp.* che si manifesta con la comparsa di piccole pustole lineari o rotonde dal colore giallo al rosso sulle foglie e sui culmi, spesso molto estese. La malattia si verifica principalmente a metà estate quando le temperature sono tra 18 e 26°C ed in particolare in tappeti erbosi in condizioni di carenza idrica o di nutrienti, in particolare azoto, e tagliati bassi. Il controllo della malattia prevede principalmente l'utilizzo di cultivar resistenti, come ad esempio "Linn" e "Pennfine" che hanno dimostrato una buona resistenza a tale patogeno durante studi compiuti su 96 cultivar dal 1994 al 1998 in diversi siti del nord degli U.S.A. (Casler and Duncan, 2002) Inoltre oltre ad evitare situazioni di stress come il taglio troppo basso, limitare le bagnature fogliari e un apporto equilibrato dell'azoto.



Figura. 15 *Puccinia spp.*

Durante la stagione estiva possono insorgere attacchi di *Rhizoctonia solani*, *cerealis* e *oryzae*, che si manifestano con sintomatologia diversa in funzione dell'altezza di taglio praticata al tappeto. Per tale motivo su tappeti con altezza di taglio bassa i sintomi consistono di macchie quasi circolari nelle quali l'erba assume color porpora prima di virare al bruno. Ai bordi di queste

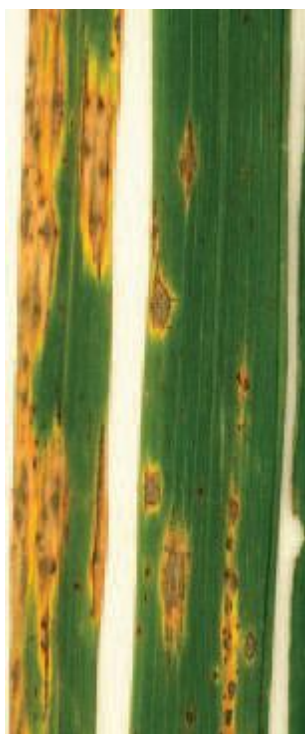
colorazioni possono svilupparsi colorazioni grigiastre tali da dare un effetto come anelli di fumo. Per tappeti erbosi tagliati più alti le macchie hanno diametro minore e presentano una ripresa vegetativa al centro di esse. Per questo patogeno è importante evitare: eccessi di azoto, accumulo di feltro, ed evitare di eseguire le irrigazioni nei periodi notturni.



Figura.16 Danni di *Rhizoctonia solani*

Una malattia molto devastante per questa specie è quella causata da *Pyricularia grisea* Sacc., volgarmente chiamata “Grey leaf spot”, specialmente in ambienti con elevate temperature ed umidità. Tuttavia, un germoplasma resistente è stato trovato su collezioni bulgare di loietto testate durante le prove Ruggers (Casler M.D. e Duncan R.R., 2002). I sintomi della malattia sono la comparsa di chiazze di pochi millimetri, necrotiche e ben definite presenti su guaine di steli e foglie nonché sulle lamine fogliari. Il centro di dette macchie risulta grigio (da qui il nome della crittogama) e spesso contornato da un alone marrone scuro (Figura n.17). In tal senso, la malattia richiama altri fenomeni patologici legati al cosiddetto gruppo delle elmintosporiosi che però sono associabili a chiazze centralmente scure e con contorno più spesso o assente. In caso di dubbio, la diagnosi va affidata al microscopio, soprattutto alla ricerca delle spore a forma di pera da cui prende il nome l'agente causale ovvero *Pyricularia grisea* (stadio sessuale *Magnaporthe grisea*). Il fungo può raggiungere livelli epidemici in corrispondenza di temperature estive (26-32 °C) e umidità elevata. Va da sé come, per gli impianti calcistici e golfistici, il problema riguardi quindi la fase di precampionato e il periodo delle

trasemine di tarda estate. Poiché la malattia si sviluppa sull'apparato epigeo della pianta, le necrosi, riducendo l'integrità della lamina fogliare e quindi del processo fotosintetico e sviluppandosi prevalentemente nel periodo estivo, possono provocare a causa di queste ferite forti perdite di soluzione idrica dalla pianta, che a causa di questo stress, può essere portata alla morte con la compromissione di vaste zone.



**Figura.17** Danni di *Pyricularia grisea* Sacc su lamina di *Lolium perenne*

Infine, altri patogeni che possono causare seri danni ai tappeti erbosi di *Lolium perenne* sono : *Laetisaria fulciformis*, *Ustilago* spp, *Urocystis* spp, *Typhula incarnata* e *Helminthosporium* spp. Non si rilevano gravi problemi dovuti ad attacchi di insetti.



### 3.1.6. I LOIETTI DI NUOVA GENERAZIONE

*Lolium perenne* e *Poa pratensis* sono tra le specie maggiormente usate per la realizzazione dei tappeti erbosi dei campi da calcio nel nord dell'Italia. La motivazione di tale uso deriva dalle caratteristiche che queste specie nel loro insieme forniscono, che nel caso di *Lolium perenne* sono la buona resistenza al calpestamento e la velocità di insediamento, mentre per *Poa pratensis* la sua buona capacità di recupero, ossia la capacità di colonizzare gli spazi vuoti che si sono formati nel tappeto erboso a seguito di danni meccanici, malattie o quant'altro.

La capacità di coprire queste fallanze è data dalla presenza di robusti e vigorosi rizomi che si accrescono a pochi centimetri di profondità nel terreno e che in prossimità della superficie possono ricacciare formando nuove piante.

Le cultivar di *L. perenne* di nuova generazione presentano degli accestimenti prostrati che favoriscono una crescita più laterale che appaiono simili agli stoloni.

Il punto di forza di questa specie, come già più volte ribadito, è la velocità di germinazione, se a questa caratteristica si sommasse anche la capacità di diffondersi per via vegetativa, il loro impiego potrebbe essere ulteriormente aumentato nei tappeti erbosi sportivi e campi da golf. Studi condotti in Arkansas hanno dimostrato che le cultivar di tipo stolonifero hanno evidenziato una maggiore capacità di recupero rispetto ai loietti tradizionali, anche se ancora non paragonabile a quella di *Poa pratensis*. Inoltre, la presenza di accestimenti prostrati permette anche di abbassare l'altezza di taglio fino a 6 mm, altezza tale che consente l'impiego di queste cultivar in tappeti erbosi ad elevata intensità di gestione come i *fairway* o i *tee* dei campi da golf.

Anche Minderhoud (1980) attraverso prove volte a valutare la persistenza e la capacità di accestire di *L. perenne* in conseguenza al calpestamento e alla concimazione azotata, aveva osservato la formazione di pseudo - stoloni la cui

formazione era volta al recupero e copertura dei danni causati dal calpestamento simulato. ( Figura 18,19 e 20)



**Figura 18** Pseudostoloni in cultivar CSI BL3.



**Figura 19** Particolare delle radici secondarie emesse dallo pseudostolone



Figura 20 Pseudostolone in CV CSI BL3

## **4 LA COMPATTAZIONE DEL TERRENO CAUSATA DALL' ATTIVITÀ SPORTIVA**

Un'intensa attività sportiva provoca usura del manto erboso e tal effetto è immediatamente visibile e prodotto direttamente dal calpestamento sulla vegetazione, mentre un secondo effetto, meno evidente del primo, avviene sotto la superficie del terreno ed è denominato "effetto nascosto", alterando le proprietà fisiche del substrato.

La compattazione del terreno è il risultato della pressione delle particelle di terreno tra di loro ed ha come risultato l'aumento della densità.

La sola compattazione di uno strato superficiale di terreno può condizionare la crescita del tappeto erboso, poiché l'aerazione, data dalla macroporosità, e i movimenti idrici, legati alla microporosità, diminuisce.

A tal effetto si uniscono la saturazione del terreno con anidride carbonica e altri gas tossici per le radici e la conduzione termica del terreno, con il conseguente incremento degli estremi termici (Croce P. et al, 2006).

La compattazione del suolo è un problema serio sui tappeti erbosi ricreativi e sportivi perché le proprietà fisiche del terreno alterato possono influenzare

negativamente la crescita delle piante e la gestione dell'irrigazione (O'Neil e Carrow ,1981).

I campi sportivi sono aree verdi intensamente calpestate e per l'uso a cui sono sottoposte devono rispondere a requisiti specifici per caratteristiche come la giocabilità ed anche per aspetti estetici. Molti tappeti erbosi, ma anche alcune aree verdi pubbliche, sono utilizzate senza interruzione, sette giorni la settimana e spesso su di esse si svolgono attività per un totale di sedici ore il giorno.

Il danno visivo generato dal calpestamento delle persone su un campo sportivo, deriva dalla somma di tre elementi: 1. usura da attrito e sfregamento, 2. compattazione dovuta al peso scaricato al suolo dalle suole delle scarpe e tacchetti e 3. lesioni all'erba anche per effetto dalla torsione delle scarpe. L'azione di pressione e di trazione laterale produce un danno molto grave alla pianta rappresentato dalla rottura delle lamine fogliari, in alcuni casi anche degli accestimenti e dal sollevamento della pianta per rottura delle radici, noto anche con il termine di scalzamento.

Tale danno, inoltre, è accentuato con l'abbassamento della temperatura ed in particolare con valori inferiori allo 0°C ( Croce P. et al,2006).

La gestione di un campo sportivo è un compito unico. Molti dei fondamenti sulla qualità e la perfetta tenuta dei tappeti erbosi sembrano cedere sotto lo stress dovuto al traffico pesante di macchine per la cura del tappeto erboso e di chi pratica l'attività sportiva, soprattutto dei tappeti che hanno bisogno d'intense cure colturali come il golf. La resistenza di un tappeto erboso alla usura dovuta da traffico veicolare e al calpestamento può essere contenuta con alcune pratiche colturali come:

- frequenza dei tagli: riduce la formazione di feltro ed aumenta la formazione di accestimenti basali;
- l'altezza di taglio :diminuendo l'altezza si migliora la capacità di ripresa delle piante sottoposte a calpestamento;

- scelta varietale all' interno di un miscuglio: direzionando la scelta su specie e/o varietà con maggiore resistenza al calpestamento;
- quantità di azoto ( un aumento della quantità per mq crea indubbiamente, dei vantaggi a favore della qualità anche visiva) del tappeto erboso, ma un suo eccesso determina un aumento della massa epigea a discapito dell' apparato ipogeo, che si deteriora, avendo una pagina fogliare meno consistente anche se più elastica, all'effetto del traffico delle persone e una maggiore sensibilità all'attacco di malattie fungine.

Il fattore più importante sulla resistenza al taglio, resilienza e tolleranza all'usura di un tappeto erboso sono la biomassa fuori terra e la capacità singola che varia da specie a specie ( Cockerhan *et al.* ).

L'effetto negativo della compattazione, generato dal passaggio dei macchinari e delle persone, comporta una serie di aspetti negativi sul terreno e sulla vegetazione.

Sul terreno comporta una riduzione permanente della porosità e quindi del suo volume apparente. Siccome il terreno non è un materiale coerente, la pressione applicata su una determinata superficie si fa sentire anche lateralmente interessando un volume complessivo che dipende dall'entità della pressione stessa e dalle caratteristiche del suolo ( Giardini L., 2004). Il peso specifico apparente del terreno aumenta in condizioni di calpestamento e per effetto del quale si verifica una diminuzione della macroporosità e un aumento della microporosità, ciò influenza la capacità di ritenzione idrica, la permeabilità e i movimenti dell'aria e dell'acqua nel terreno. Il contenuto di acqua nel terreno è un fattore che è influenzato moltissimo dalla compattazione. Difatti in un terreno umido ciascuna particella di terreno è circondata da una pellicola di acqua che funge da lubrificante, permettendo lo scivolamento delle particelle più fini tra di loro e la formazione di uno strato denso e impermeabile. La tendenza alla compattazione di conseguenza è minima in corrispondenza di bassi contenuti di acqua nel terreno e aumenta all'aumentare dell'umidità. Anche la disponibilità di ossigeno diminuisce in un

terreno compatto e questo si ripercuote sullo sviluppo delle piante, poiché le radici con minore presenza di ossigeno rallentano la loro crescita, inoltre è resa difficoltosa la respirazione, e con essa la presenza, ma soprattutto la mobilità, di alcuni elementi minerali come azoto e zolfo. La vegetazione presente sulla superficie influenza la tendenza alla compattazione poiché funge da strato protettivo: per questo motivo sono molto importanti la densità dei germogli e l'altezza di taglio. Anche l'effetto "cuscino" determinato dal feltro, contribuisce ad alleviare la compattazione del terreno (Croce P. et al. 2006).

Un'altra conseguenza che il compattamento del terreno apporta alle piante, nello specifico per l'apparato radicale, è la minor capacità dello stesso ad approfondirsi e di rimanere nello strato superficiale accrescendo in senso radiale il proprio diametro. Questa ridotta ispezione degli strati del terreno riduce la capacità delle piante di sopperire a carenze idriche improvvise e a essere meno pronte a recuperare a seguito di stress fisiologici o fisiopatici. (Pagliai M e De Nobili M. 1993)(Macolino et al. 2002)

La sofferenza generale delle piante è così manifestata:

- diminuzione della crescita;
- riduzione del numero degli accestimenti, dei rizomi, stoloni e lamine fogliari e delle loro dimensioni;
- minore capacità di recupero ;
- minore capacità competitiva con le erbe infestanti;
- ingiallimento del tappeto erboso per la minore disponibilità di alcuni elementi nutritivi
- in un primo momento, però, il tappeto erboso può assumere colorazione di un verde più scuro a causa della minore perdita dell'azoto per lisciviazione

## **5 LA VALUTAZIONE VISIVA PER LA DETERMINAZIONE DELLA QUALITÀ DEL TAPPETO ERBOSO**

L'aspetto estetico globale (AEG) è l'apprezzamento generale delle caratteristiche della copertura vegetale. Nell'analisi visiva sono considerati diversi fattori: densità, tessitura, uniformità e colore. La soggettività scaturisce dal peso che l'operatore attribuisce ai singoli caratteri, per questo motivo parcelle con la stessa valutazione, possono differire per i singoli caratteri sintetizzati nell'AEG.

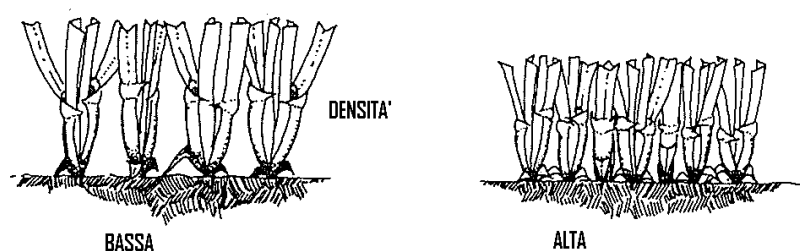
La qualità visiva del tappeto erboso è generalmente stimata a vista mediante l'impiego di una scala da 1 a 9 ove 1 rappresenta un tappeto erboso in pessime condizioni e 9 un tappeto di qualità ottimale. In alcuni casi si può ricorrere anche a conteggi, misurazioni strumentali o analisi chimiche. Di seguito sono discussi i singoli parametri che determinano la qualità del tappeto erboso.

### **5.1 DENSITÀ**

Con il termine densità si intende il numero di accestimenti per unità di superficie, di solito valutata per  $\text{dm}^2$ . E' un valore variabile da specie a specie, cultivar o genotipo utilizzato, secondo le condizioni ambientali ed anche soprattutto dalle pratiche colturali eseguite. La densità, per molti esperti, è indice o caratteristica molto importante per la riuscita di un tappeto erboso soprattutto a uso sportivo, specie a elevata importanza estetica o funzionale, come un campo da golf o un campo da calcio. In generale, possono essere distinte tre categorie di qualità di densità, alta con un numero di accestimenti maggiore di 200 per decimetro quadrato, media con un numero di accestimenti compreso tra 100 e 200 e bassa con un numero inferiore a 100 accestimenti (Tabella 5 e Figura 21).

**Tabella 5- Categorie di densità**

Categorie di densità	Numero di <sup>2</sup> accestimenti/dm
alta	>200
media	100-200
bassa	<100



**Figura 21 - Densità del tappeto erboso (Turgeon, 1980).**

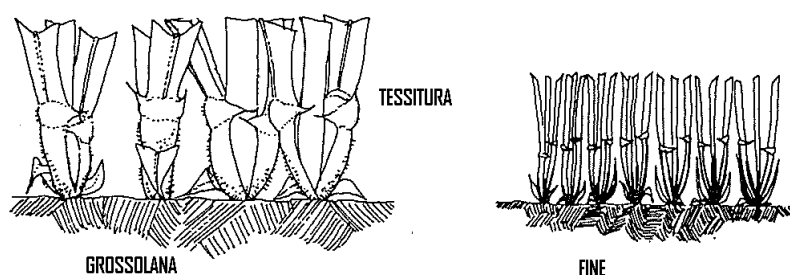
## 5.2. TESSITURA

Con questo termine ci si riferisce alla larghezza della lamina fogliare, questo fattore è di primaria importanza perché consente di distinguere i cosiddetti tappeti fini da quelli grossolani o rustici. Questa caratteristica del tappeto erboso dipende molto dalle specie e dalle cultivar che si utilizzano. La tessitura può essere influenzata anche da fattori gestionali come l'altezza di taglio, la frequenza di taglio, la concimazione, la dose di semina e da fattori ambientali. I tappeti erbosi a elevato valore estetico si caratterizzano per avere una tessitura fine. Le specie da tappeto erboso sono classificate in diverse categorie secondo la larghezza della lamina fogliare (Tabella 6 e Figura 22).



**Tabella 6 – Classificazione della tessitura**

<b>Categorie di tessitura</b>	<b>Larghezza lamina (mm)</b>
molto fine	<1
fine	1-2
media	2-3
grossolana	3-4
molto grossolana	>4



**Figura 22 – Tessitura fogliare del tappeto erboso (Turgeon, 1980)**

## 5.3. UNIFORMITÀ

E' un parametro che stima il grado di omogeneità del tappeto erboso; essa a differenza della densità, non può essere misurata con precisione, ed è di tipo visivo, per tanto soggettiva, ma che può essere influenzata da molte caratteristiche del tappeto erboso quali la composizione delle specie, l'altezza di taglio, il colore, la presenza di malattie, insetti, infestanti, vuoti e da ogni altro evento colturale e non che coinvolge il tappeto erboso (Figura 23). Come per la densità, anche l'uniformità è una caratteristica predominante per

tappeti erbosi sportivi, ne è di esempio il green dei campi da golf, sul quale un elevato grado di uniformità corrisponde un corretto rotolamento della pallina.

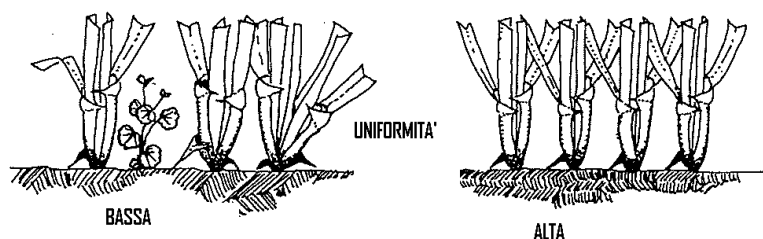


Figura 23 - Uniformità del tappeto erboso (Turgeon, 1980).

## 5.4. COLORE

E' la misura della luce riflessa dalle piante costituenti la cenosi erbacea. Tra le varie specie, ma anche tra le diverse cultivar ci sono grandi differenze di colore, (Corsica, CSI e RPR) all'inizio e alla fine della stagione vegetativa, in periodi di stress, come quello idrico oppure dovuto al calpestamento, il colore di una stessa cultivar può assumere tonalità più scure rispetto alle condizioni ideali. Anche attraverso il colore è possibile evidenziare i primi segnali dovuti ad alcune carenze o anche degli eccessi o malattie. Per eseguire una valutazione del colore del tappeto erboso, si possono usare diversi metodi tra i quali il più utilizzato è la scala visiva da 1 a 9 dove il valore 1 rappresenta un tappeto erboso giallo o marrone mentre il valore massimo, cioè 9, rappresenta un tappeto erboso ottimale, di colore verde scuro, oppure valutare il colore con l'ausilio delle tavole di Munsell, un altro metodo a supporto per la valutazione di questa caratteristica è il contenuto di clorofilla o anche attraverso l'analisi di immagini con fotocamera digitale.



**Figura 24 – Prova cultivar non soggette a calpestamento nel periodo primaverile.**

Differente colore delle diverse cultivar all'interno dello stesso blocco in epoche diverse.( Figura 24, 25 e 26)



**Figura 25 – Prova cultivar non soggette a calpestamento nel periodo estivo.**



**Figura 26 – Prova cultivar non soggette a calpestamento nel periodo fine estate inizio autunno**

## **6 RILIEVI STRUMENTALI PER LA DETERMINAZIONE DELLA QUALITÀ DEL TAPPETO ERBOSO**

A supporto dell'analisi visiva si possono impiegare strumenti in grado di fornire indicazioni sulle condizioni del manto erboso strettamente correlate con la qualità dello stesso tra queste ricordiamo il GreenSeeker Hand Held<sup>TM</sup> Optical Sensor Unit e una fotocamera digitale con un software, per la determinazione del colore e della densità del tappeto erboso.

### **6.1 GREENSEEKER HAND HELD<sup>TM</sup> OPTICAL SENSOR UNIT**

Il GreenSeeker è uno strumento con sensore ottico (Figura 27) per la ricerca delle colture agrarie e forestali, che fornisce con molta precisione, un indice: Normalized Difference vegetation Index (NDVI), meglio indicato come l'indice di vegetazione normalizzato delle piante. Questo indice è calcolato come rapporto tra differenza e somma delle bande del vicino infrarosso (frazione riflessa dalle foglie) e rosso (frazione assorbita da parte della clorofilla).

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$$

Questi dati attraverso delle combinazioni con altri riferimenti agronomici come l'indice di risposta alle concimazioni, la situazione delle colture, il rendimento potenziale, stress, parassiti e malattie, può fornire un dato globale sullo stato di salute delle colture esaminate.



**Figura 27: The Greenseeker Hand Held Optical Sensor Unit**

The Greenseeker Hand Held Optical Sensor Unit, modello 505 utilizza sensori ottici di seconda generazione NTech. L' unità genera luce su due lunghezze d'onda specifiche e misura la luce riflessa dall'obiettivo, che nel nostro caso sono le piante nel terreno indagando le colture oltre che nell'intervallo dello spettro elettromagnetico del visibile anche in quello dell'infrarosso vicino, proprio come i sensori dei satelliti tipo IKONOS, SPOT e LANDAST ( Figura 28).



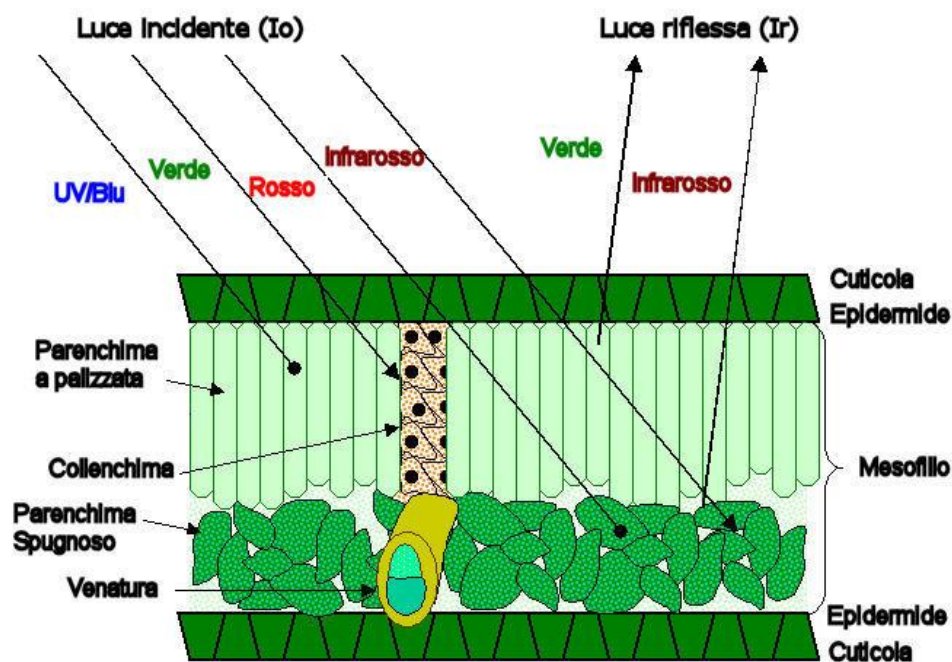


Figura.28 :Principio di funzionamento del greenseeker per acquisizione del NDVI

Il microprocessore all'interno del sensore analizza la luce riflessa e calcola i risultati. Il Greenseeker è in grado di lavorare sia di giorno sia di notte, ignorando nebbia o nuvole. I dati dal sensore sono trasmessi serialmente a un HP iPAQ Personal Digital Assistant ( Figura 29) e poi possono essere esportati in un computer per essere analizzati ed elaborati ( Figura 30).



Figura 29: HP iPAQ Personal Digital Assistant

GS	Time(ms)	Sample	Count	NDVI
	44410	<b>1</b>	26	<b>0.796</b>
	47050	<b>2</b>	19	<b>0.916</b>
	49590	<b>3</b>	17	<b>0.893</b>
	52040	<b>4</b>	17	<b>0.846</b>
	54280	<b>5</b>	16	<b>0.800</b>
	56330	<b>6</b>	13	<b>0.829</b>
	58560	<b>7</b>	15	<b>0.868</b>
	60690	<b>8</b>	15	<b>0.863</b>
	62830	<b>9</b>	15	<b>0.800</b>
	65180	<b>10</b>	17	<b>0.788</b>
	73040	<b>11</b>	16	<b>0.806</b>
	75080	<b>12</b>	15	<b>0.783</b>
	77220	<b>13</b>	15	<b>0.777</b>
	79060	<b>14</b>	13	<b>0.815</b>

Figura 30 Dati elaborati dal HP per essere analizzati, evidenziati parcella e media del NDVI

## 6.2 ANALISI DELL'IMMAGINE DIGITALE

L'utilizzo dell'immagine digitale è un supporto alla valutazione oggettiva (Landschoot e Mancino, 2000) ed è anche estremamente più economica per tempo e strumenti di realizzo di altre tecniche per la rilevazione del colore come la "Spettrofotometria di riflettanza" (Birth e McVey, 1968)" o con l'uso degli amminoacidi e della clorofilla (Johnson, 1973; Nelson and Sosulski, 1984) oppure il confronto con colori standardizzati (Beard, 1973). Per le tre tecniche sopradescritte oltre ad essere necessario apparecchiature costose e particolari, sono indispensabili anche il trasporto dei campioni rilevati e prelevati dai siti oggetto di verifica anche l'analisi degli stessi in un laboratorio specifico.

Recentemente l'analisi di immagini digitali ha aumentato il proprio grado di precisione nella valutazione di materiali e siti archeologici, materiali inerti e edili per la ristrutturazione ed anche nel settore dell'agricoltura. Nel mondo agricolo è stata utilizzata per quantificare la senescenza del grano *Triticum*



*aestivum* L. ( Adamsen et al, 1999) e la copertura del frumento ( Lukina et al, 1999) o della soja ( Purcell, 2000). Ultimamente anche per i tappeti erbosi l'utilizzo delle immagini digitali sono state di supporto per la quantificazione della percentuale di copertura e per la valutazione del colore ( Richardson et al, 2001). L'utilizzo sempre maggiore della fotografia digitale e quindi delle immagini acquisite deriva dalla grande quantità di informazione che si riescono ad ottenere da una semplice e singola immagine e dei suoi pixel , per poter poi estendere quanto compreso dalla singola foto al tappeto erboso nel suo complesso. Il *pixel depth* indica il numero dei colori o gradazioni che si possono vedere nell'immagine; esso indica il numero di bit usato per codificare l'intensità di un pixel.

$$\text{Dato } n \rightarrow \text{pixel depth} = 2^n$$

$$n=8 \rightarrow \text{pixel depth} = 2^8 = 256$$

$$n=16 \rightarrow \text{pixel depth} = 2^{16} = 65.536$$

Se per esempio un'immagine ha una risoluzione pari a 1280 X 960 pixel, significa che essa contiene 1.228.800 pixel, e che ogni singolo pixel contiene in modo indipendente le informazioni del colore di ciò che è stato fotografato.

Il numero dei piani di un'immagine è il numero di matrici che compongono la stessa:

- grey level = 1 piano
- true color = 3 piani ( RGB, Red, Green and Blue)

Un'immagine a colori RGB, ha quindi 3 piani.

$$24 \text{ bit} = 256^3 = 16 \text{ milioni di colori}$$

Il lavoro di analisi, in modo intuitivo, per essere semplificato, potrebbe essere quello di usare solo i livelli di verde, ma a quantificare il colore verde di un'immagine ci sono anche le intensità di Blu e di Rosso.

Per questo motivo i colori RGB sono convertiti direttamente in valori HSB (Hue, Saturation and Brightness cioè Tonalità, Saturazione e Lucentezza) attraverso degli algoritmi:

Per la Tonalità (Hue):

- se  $\max(R,G,B) = R, 60((G-B)/(\max(R,G,B)-\min(R,G,B)))$
- se  $\max(R,G,B) = G, 60(2+((B-R)/(\max(R,G,B)-\min(R,G,B))))$
- se  $\max(R,G,B) = B, 60(4+((R-G)/(\max(R,G,B)-\min(R,G,B))))$

Per la Saturazione ( Saturation):

- $(\max(R,G,B)-\min(R,G,B))/\max(R,G,B)$

Per la lucentezza (Brightness):

- $\max(R,G,B)$ .

La Tonalità (HUE) è definita come angolo circolare da 0 a 360°, dove lo 0 è il rosso, quello giallo 60°, 120° verde, ciano 180°, blue 240° e 300° magenta.  
( figura 31)

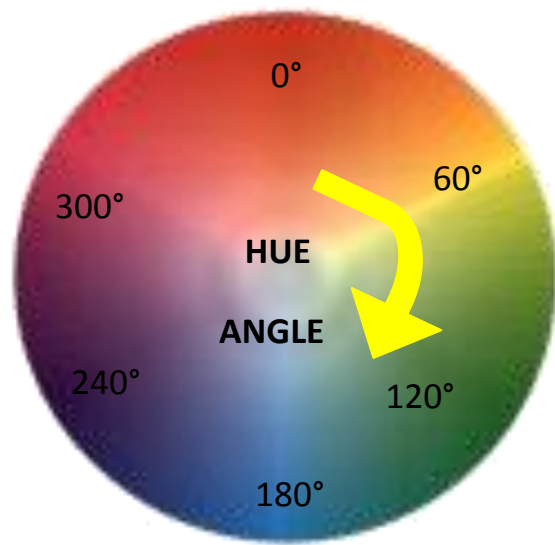


Figura 31: Hue- Tonalità

La saturazione (Saturation) è espressa con lo 0% equivalente al grigio fino a 100% che rappresenta la saturazione completa del colore. La lucentezza (Brightness) relativa ad un colore è rappresentata dallo scuro e dal chiaro dello stesso ed equivale a 0% = nero e 100%= bianco ( Figura 32)

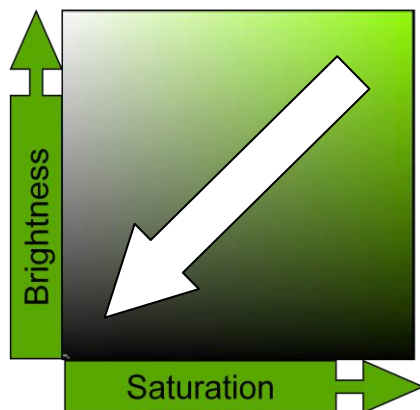


Figura 32: Saturazione (Saturation) e Lucentezza ( Brightness)

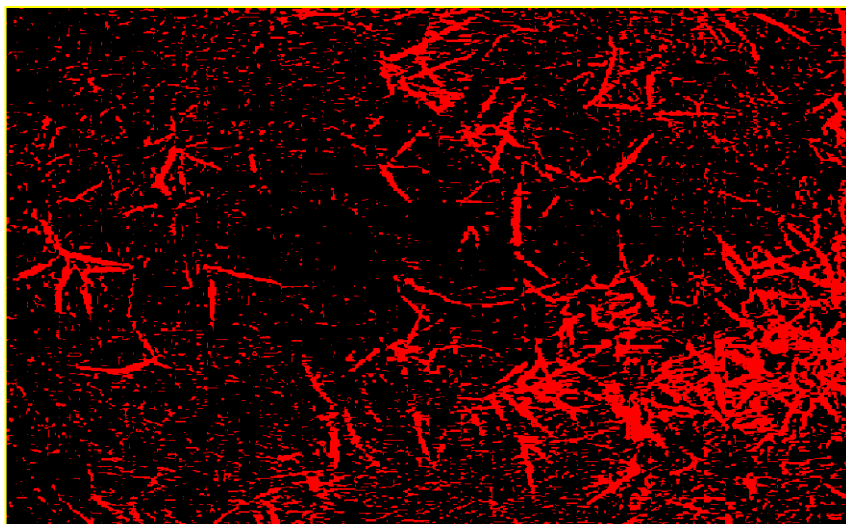
Studi eseguiti nel 2003 da Karcher e Richardson hanno dimostrato attraverso l'utilizzo dell'immagine digitale per l'analisi del colore e quindi eseguendo la conversione dei colori Red, Green e Blue in HSB, che i dati uscenti da tale operazione non si discostavano di molto dalla linea di regressione comparandoli con le tavola di Munsell. Con lo stesso principio si è utilizzato l'immagine digitale per calcolare la percentuale di copertura di un tappeto

erboso attraverso, sempre, la conversione dei valori R,G,B in HUE, ma differentemente per il colore, dopo aver ottenuto i valori di verde relativi al tappeto in esame, si deve procedere al conteggio del numero di pixel selezionati che va diviso per il numero di pixel totali dell'immagine ottenendo così il grado di copertura, o in termini fotografici la quantità di verde rispetto agli altri colori ( Figure 33 e 34).



Total pixels  
1,228,800

**Figura 33 : numero totale di pixel nell'immagine scattata**



“Turf” pixels  
246.802

Figura 34. Numero di pixel relativi al HUE riferiti al “tappeto erboso”

## PROCEDIMENTO PER LA DETERMINAZIONE DELLA PERCENTUALE DI COPERTURA

**Percentuale di copertura:  $(246.802 / 1.228.800) \times 100 = 20.0\%$**

Le immagini digitali potrebbero essere analizzate anche manualmente ma ciò diventerebbe una operazione onerosa e dispendiosa in termini di tempo, soprattutto se le prove in campo contengono molte trame e se hanno bisogno di frequenti analisi. Per questo motivo si è utilizzato una macro denominata “Analisi Turf” che consente di analizzare le immagini utilizzando il software Sigma Scan Pro. La macro, che esegue l’operazione in meno di un minuto, ci permette di acquisire la percentuale di copertura del tappeto erboso e analizza il colore per poi salvare automaticamente i risultati in un file di calcolo (Richardson e Karcher, 2005).

Al fine di acquisire tutte le immagini nelle stesse condizioni di visibilità e luminosità, la fotocamera digitale è collocata su una struttura di materiale

ferro-zincato, che di seguito sarà chiamato “cassone”, di forma cubica, appositamente forata nella parte superiore e in posizione centrata dove viene collocata la fotocamera. Il cassone è fissato su un carrello con gomme gonfiabili in modo da rendere facile e agevole ogni spostamento: dall’azienda agricola alle prove, ma soprattutto all’interno della prova, in particolar modo nei rilievi dopo eventi piovosi. Al fine di creare un ambiente luminoso artificiale, all’interno del cassone è stato ricavato un impianto luce composto di 4 lampadine, ciascuna con le seguenti caratteristiche luminose: 120 V, 60 Hz, 9W e 0.15 OA, il tutto alimentato da una batteria ausiliaria ricaricabile posta dietro al carrello( Figure 35 e 36).



**Figura 35 – Struttura portatile di supporto per acquisire le immagini digitali**



**Figura 36** – Particolare impianto luminoso artificiale della struttura di supporto e del foro centrale per l'acquisizione delle immagini digitali

## **6.3 ACCRESCIMENTO VEGETATIVO**

Per il calcolo della crescita giornaliera è stata calcolata sottraendo l'altezza di mantenimento all'altezza dell'erba misurata immediatamente prima di effettuare i tagli. Queste misurazioni sono state svolte mediante uno strumento costruito appositamente per valutare l'accrescimento vegetativo del tappeto erboso. Nello specifico lo strumento è costituito da un'asta metallica, internamente cava, che porta all'estremità inferiore un disco di materiale plastico molto leggero, per creare la minor pressione sull'apparato fogliare delle cultivar,( Figura n.37) e all'estremità superiore una piccola astina graduata (da 0 a 20 cm)( Figura n.38).





**Figura 37** Particolare del disco in materiale plastico.



**Figura 38** Particolare della scala graduata.

Il disco di materiale plastico è collegato all'astina graduata da un ferretto che scorre all'interno dell'asta di supporto. In questo modo, a seconda dell'altezza dell'erba, il disco sale dalla sua posizione di riposo e, il ferretto a cui è collegato, ci permette di leggere l'altezza della vegetazione, sull'astina graduata, comodamente ad altezza d'uomo (Figura 39).





**Figura 39** Momento di acquisizione dell'accrescimento giornaliero



## 7 SCOPO DEL LAVORO

Il successo o il fallimento di un tappeto erboso dipende molto spesso dalla scelta della specie, o della cultivar, in funzione della adattabilità ambientale, del tipo di terreno e della funzione che il tappeto erboso deve assolvere. Nel caso di impianti sportivi, parchi e aree verdi sottoposte a calpestamento la scelta è più accurata rispetto ai manti erbosi destinati alla sola funzione ornamentale. La scelta della specie/cultivar risulta di fondamentale importanza nei climi di transizione, il successo di un tappeto erboso in queste regioni dipende in massima parte dalla scelta dell'essenza da seminare. Il presente elaborato ha lo scopo di analizzare alcune cultivar di *Lolium perenne* in funzione della loro capacità di adattamento alle condizioni pedoclimatiche della pianura veneta e alla resistenza al calpestamento, con una particolare attenzione anche ad alcune cultivar di nuova generazione, attraverso analisi visive, strumentali e fotografiche.

## 8 MATERIALI E METODI

La prova è stata realizzata presso l'Azienda Agraria Sperimentale "Lucio Toniolo" della Facoltà di Padova con sede a Legnaro ( Latitudine 45°20'N, longitudine 11°57'E e posta 8 m s.l.m.). La zona di Legnaro è caratterizzata da un clima di tipo sub-tropicale umido, con inverni miti, grazie alla presenza del mar Adriatico, ed estati piuttosto calde. La temperatura media è di circa 12.2°C con una media/annua di precipitazioni di mm 824. Nei mesi invernale si verificano frequenti eventi nebbiosi conseguenti all'elevata presenza di umidità dell'aria e la scarsa presenza di vento.

E' stato importante osservare al fine della sperimentazione come gli eventi piovosi, rilevati dalla centralina Arpav di Legnaro, abbiano riportato un elevata quantità di acqua nei mesi primaverili dove nei mesi marzo e aprile hanno fatto registrare entrambi 260 mm totali per mese( Figura n. 40).

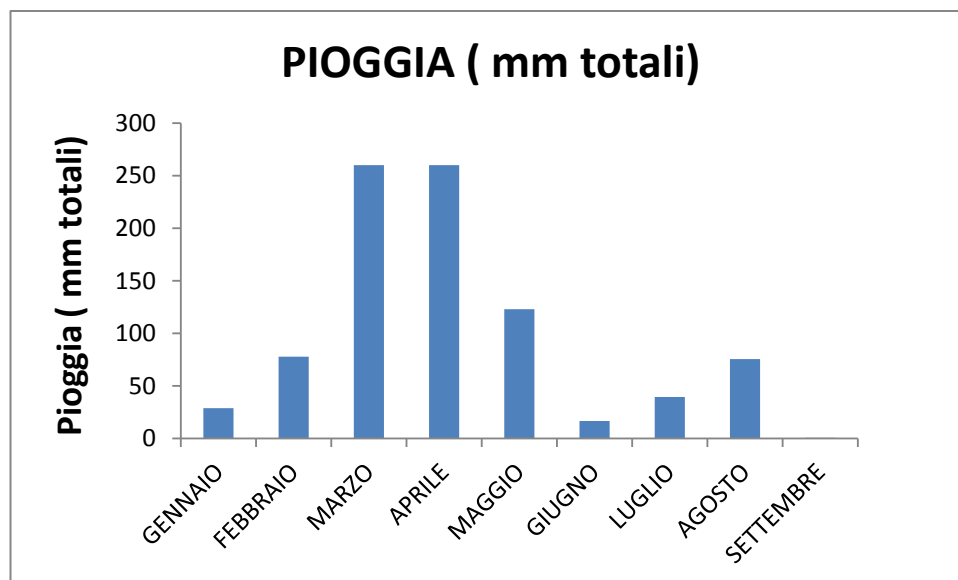


Figura 40 - Grafico delle precipitazioni nel periodo di sperimentazione ( mm totali per mese)

Il terreno presentava un pH tendenzialmente alcalino, ricco di fosforo assimilabile e di potassio scambiabile. Nella tabella 4 sono riportati i risultati delle analisi pedologiche eseguite .(Foto 41,42 e 43)

**Tabella 4 – Risultati delle analisi chimico-fisiche che si riferiscono al terreno di prova.**

CARATTERISTICA	VALORE
SABBIA	18%
LIMO	66%
ARGILLA	16%
SOSTANZA ORGANICA	2.3%
pH	8.1
N TOTALE	0.13 g/100g
P ASSIMILABILE	38.3 mg/kg
K SCAMBIABILE	178.1 mg/kg



**Figura 41 - Area di sperimentazione Loietti**



**Figura 42 Area di sperimentazione Loietti ( parte soggetta al calpestamento)**



**Figura 43 Area di sperimentazione Loietti ( parte non soggetta al calpestamento)**

L'attività sperimentale svolta ha previsto il confronto tra 10 cultivar di *Lolium perenne* sottoposte o meno al calpestamento simulato. Nell'autunno 2012 sono state due prove sperimentali in cui le stesse cultivar sono state con una densità di 25 g/mq. La prima prova sperimentale prevedeva il confronto delle 10 cultivar in assenza di calpestamento, mentre nella seconda le cultivar erano soggette a calpestamento. Lo schema sperimentale adottato per ciascuna prova è stato il blocco randomizzato a quattro ripetizioni. La parcella aveva dimensioni 3.3 m<sup>2</sup> (2.20 m X 1.50 m) (Fig. 44 e 45).

## BLOCCO CULTIVAR SOGGETTE A CALPESTAMENTO

BLOCCO 4	BLOCCO 3	BLOCCO 2	BLOCCO 1
RPR	PIZZAZ 2	AZIMUTH	CADDIESHACK
PRESIDIO	VANTAGE	PPG-PR 172	PRESIDIO
AZIMUTH	CSI	CORSICA	AZIMUTH
PPG-PR 172	PPG-PR 171	PIZZAZ 2	PPG-PR 172
CORSICA	RPR	CSI	VANTAGE
CADDIESHACK	CORSICA	PRESIDIO	RPR
PIZZAZ 2	AZIMUTH	VANTAGE	PPG-PR 171
CSI	PPG-PR 172	CADDIESHACK	PIZZAZ 2
PPG-PR 171	CADDIESHACK	PPG-PR 171	CSI
VANTAGE	PRESIDIO	RPR	CORSICA

Figura 44 Mappa della prova pratica parcellare dei loietti soggetti al calpestamento

## BLOCCO CULTIVAR NON SOGGETTE A CALPESTAMENTO

BLOCCO 4	BLOCCO 3	BLOCCO 2	BLOCCO 1
RPR	PIZZAZ 2	AZIMUTH	CADDIESHACK
PRESIDIO	VANTAGE	PPG-PR 172	PRESIDIO
AZIMUTH	CSI	CORSICA	AZIMUTH
PPG-PR 172	PPG-PR 171	PIZZAZ 2	PPG-PR 172
CORSICA	RPR	CSI	VANTAGE
CADDIESHACK	CORSICA	PRESIDIO	RPR
PIZZAZ 2	AZIMUTH	VANTAGE	PPG-PR 171
CSI	PPG-PR 172	CADDIESHACK	PIZZAZ 2
PPG-PR 171	CADDIESHACK	PPG-PR 171	CSI
VANTAGE	PRESIDIO	RPR	CORSICA

Figura 45 Mappa della prova pratica parcellare dei loietti non soggetti al calpestamento



Il calpestamento aveva lo scopo di riprodurre il danno causato dall'attività agonistica del gioco calcio attraverso il passaggio di una struttura metallica (simulatore) composta da tre rulli di cui due muniti di tacchetti simili a quelli presenti sotto le scarpe degli atleti, ed uno liscio. La struttura era trainata da un trattore con ruote a sezione larga, la velocità di avanzamento del trattore determinava la velocità di rotazione di un rullo con tacchetti e del rullo liscio (8-10 km/h). Il secondo rullo con tacchetti, per effetto di un apposito ingranaggio a cinghia ruotava con una velocità del 20% superiore a quella di avanzamento del trattore per simulare l'effetto di trazione sull'erba. Il calpestamento è avvenuto nel periodo da marzo e maggio, tre volte alla settimana con tre passate per turno di esercizio. ( Figura 46 e 47)



**Figura 46– Trattore con rullo dentato**



**Figura 47 – Particolare dei tre rulli: il primo liscio e i due dentati**

## 8.1 CULTIVAR UTILIZZATE

Nelle due prove parcellari sopradescritte sono state impiegate e messe confronto le seguenti cultivar di *L. perenne*:

**CSI:** presenta una straordinaria densità del tappeto, tessitura estremamente sottile, colore verde scuro, minore crescita verticale, grazie al suo comportamento strisciante, presenta una maggiore capacità nel recuperare gli eventuali danni o fallanze, migliore competitività con infestanti, specie con *Poa annua* ed è l'ideale per la produzione di tappeti in zolla di solo loietto perenne e per la realizzazione in purezza di campi sportivi o da golf.

**PPG-PR 171:** cultivar sperimentale.

**PPG-PR 172:** cultivar sperimentale

**CORSICA:** cultivar sperimentale.

**RPR :** questa cultivar è stata insignita di un importante riconoscimento allo STMA SHOW (USA), come premio Innovazione, identificandola con caratteristiche uniche nella sua specie: un loglio perenne rigenerante attraverso degli pseudo - stoloni.

**PIZZAZ 2**

**VANTAGE:** è una varietà di *Lolium perenne* adatta per la creazione di tappeti erbosi sportivi, fairways di campi da golf e verde ricreativo. Resistente all'usura, buona capacità di insediamento, colorazione verde scuro, ideale per utilizzo in zone dove sono impiegate acque reflue o moderatamente saline. Buona tolleranza alle malattie e resiste bene alle alte temperature.

**AZIMUTH:** varietà di Loietto perenne dal colore verde scurissimo e dalla tessitura fine, di pronto insediamento ed eccezionale densità, ha un livello di endofiti molto alto che lo rende molto resistente agli agenti patogeni; ha

buone performance invernali, è dotato di un rinverdimento primaverile molto anticipato ed è ideale per realizzazione in purezza o miscuglio, di campi da golf o sportivi, rigenerazioni e inerbimento di pronto effetto in zone pubbliche.

**PRESIDIO:** varietà di Loietto perenne che garantisce una eccellente densità e un colore scuro durante tutte le stagioni, permette di mantenere un buon livello estetico anche con tagli bassi del tappeto erboso, è resistente agli agenti patogeni ed è ideale per la realizzazione, in purezza o miscuglio, di giardini ornamentali, campi sportivi o da golf e aree pubbliche

**CADDIESHACK:** cultivar dalla tessitura medio - fina, alta densità, colore verde scuro, con una sensibile resistenza agli stress estivi e invernali e alle malattie.

## **8.2 INTERVENTI PREPARATORI**

Prima della semina il terreno è stato oggetto di lavori preparatori. Tutta l'area individuata ha subito un'operazione di pulizia delle malerbe attraverso l'intervento con un dissecante fogliare totale ( glyphosate acido puro 30.7gr); appena il prodotto irrorato sulla vegetazione ha avuto l'effetto desiderato si è proceduto con le operazioni agronomiche di aratura e quindi di erpicatura. Prima dell'erpicatura è stato distribuito del concime, nello specifico un concime ternario 8-24-24, utilizzando i seguenti dosaggi: 50 kg/ha di N, 150 kg/ha di  $P_2O_5$  e 150 kg/ha di  $K_2O$ . La semina è avvenuta il 5 ottobre ed è stata effettuata a spaglio alla dose di 25 g m<sup>2</sup>. Dopo la semina si è proceduto all'interramento del seme con rastrello e alla rullatura del terreno in modo da far aderire le particelle di terra alla semente stessa, limitando la presenza di aria.

### 8.3 GESTIONE DELLA PROVA

Durante la prova è stato eseguito il taglio del tappeto erboso con tosaerba a lame orizzontali, regolate per una altezza di taglio di 50 mm, svolto con cadenza settimanale e sempre con raccolta dei residui di sfalcio. Le operazioni di taglio sono state effettuate dal 11.04.2013 al 12/09/2013, ed eseguite con un trattorino Honda modello HF 2417 K3, motore a 4 tempi, 530 cc, 15.2 HP SAEJ 1349 a 3600 g/min, cambio idrostatico e con larghezza di taglio di 102 cm composta da 2 lame( Figura n.48).



Figura 48: Trattorino Honda HF 2417 K3 per lo sfalcio delle prove

Sono stati distribuiti l'ausilio di un carrello spandiconcime rotativo, un totale di 250 kg di N/ha/anno, così dilazionati nel periodo:

- 22 Marzo 2013 : 62 Kg/ha di Nitrophoska Gold
- 15 Maggio 2013: 30 42 gr/mq di Nitrophoska Gold

La rimanente quantità di concime sarà distribuita a settembre e a dicembre.

Il concime usato per la concimazione azotata è stato il concime ternario "Nitrophoska Gold" ( 15-9-15), mentre non sono stati somministrati concimi fosforici e potassici poiché il contenuto degli elementi, P e K, è stato ritenuto sufficiente dalle analisi del terreno e inopportuno un loro apporto.

Durante la stagione estiva le parcelle sono state regolarmente irrigate da giugno fino a fine agosto apportando 40 mm a settimana in due interventi. Per questo periodo è stato usato un sistema di irrigazione temporaneo ad aspersione mediante irrigatori a battente apportando 20 mm di H<sub>2</sub>O per ciclo irriguo.

La gestione delle infestanti all'interno delle parcelle nel periodo di post emergenza è stata attraverso il loro contenimento ed eliminazione mediante la scerbatura manuale e l'applicazione del diserbo chimico per le malerbe a foglia larga. Si è scelto di intervenire il meno possibile con prodotti chimici, soprattutto nei periodi estivi o comunque nei periodo di maggiore stress al fine di creare meno scompensi possibili alle piante stesse. L'unico intervento con diserbo chimico è stato fatto il 04.09.2013 impiegando il seguente prodotto: p.a. Dicamba con il seguente dosaggio 80 ml su 10 l di acqua.

Per la cura del tappeto erboso sono stati eseguiti anche tre trattamenti fungini preventivi, soprattutto nei mesi estivi, contro *Phytium* e *Sclerotinia*. Tre trattamenti contro il primo patogeno usando il Proplant, un formulato a base di *Propamocarb Cloridato* nei giorni 23.07.2013, 29.07.2013 e 02.08.2013 distribuendo nelle prove 500 ml diluito in 100 l di acqua . Nel trattamento del 02.08.2013 è stato aggiunto il Bumber ,fungicida organico a base di *Propiconazolo* per la cura e prevenzione della *Sclerotinia*, impiegando 230 ml di prodotto su 100 l di acqua.

## **8.4 RILIEVO E MODALITA'DI RACCOLTA DEI DATI**

I rilievi in campo sono stati eseguiti con cadenza quindicinale per un totale di 12 rilievi, e più precisamente nelle seguenti date:

- 14 MARZO 2013
- 27 MARZO 2013
- 15 APRILE 2013
- 06 MAGGIO 2013
- 14 MAGGIO 2013
- 27 MAGGIO 2013
- 12 GIUGNO 2013
- 26 GIUGNO 2013
- 10 LUGLIO 2013
- 01 AGOSTO 2013
- 20 AGOSTO 2013
- 09 SETTEMBRE 2013

Per il primo rilievo è stato previsto l'analisi visiva ( Figura n 49) e il passaggio con il Greenseeker ( Figura n.50) per ogni blocco.



**Figura 49 – Un momento del rilievo di “A.E.G.”**



Figura n.50 – Un momento del passaggio con strumento Greenseeker

A ogni fine prova sono stati registrati su un foglio di lavoro i valori attribuiti alle seguenti cultivar e le medie riguardanti il valore NDVI prodotto. Nei rilievi successivi al primo è stato aggiunto l'utilizzo della fotocamera digitale, nello specifico è stata usata Canon Power Shot G12 ( Figura 51), eseguendo una foto per cultivar esaminata ( Figura n.52).





Figura 51: Fotocamera digitale Canon Power Shot G12



Figura n 52– Un momento dell’acquisizione delle immagini digitali

Ogni singola immagine fotografica è stata, prima ridimensionata con le dimensioni “800 X 600” pixel, ed analizzata attraverso la macro attribuendo ad ognuna i seguenti parametri:

per la FRAME ANALYSIS: HUE da 160 a 256

SAT da 0 a 100

per il THRESHOLD SETTING: HUE da 40 a 120

SAT DA 0 A 100

I valori derivanti dalle analisi sono stati inseriti, anch’essi, nella tabella di lavoro creata.

Prima di ogni intervento di taglio delle parcelle è stata calcolata l’altezza relativa di ogni singola cultivar, al fine di ricavare l’accrescimento medio giornaliero. Per ogni singola cultivar ad ogni rilievo sono state rilevate 3 misure e le date di rilievo sono di seguito elencate:



- 11 APRILE 2013
- 16 APRILE 2013
- 02 MAGGIO 2013
- 09 MAGGIO 2013
- 30 GIUGNO 2013
- 06 GIUGNO 2013
- 13 GIUGNO 2013
- 20 GIUGNO 2013
- 27 GIUGNO 2013
- 04 LUGLIO 2013
- 11 LUGLIO 2013
- 18 LUGLIO 2013
- 26 LUGLIO 2013
- 01 AGOSTO 2013
- 08 AGOSTO 2013
- 13 AGOSTO 2013
- 22 AGOSTO 2013
- 29 AGOSTO 2013
- 06 SETTEMBRE 2013
- 12 SETTEMBRE 2013



## 9 RISULTATI E DISCUSSIONI

L'analisi della varianza ha posto in evidenza differenze significative per gli effetti principali e, ove prevista anche per l'interazione tra questi per quasi tutti i parametri presi in considerazione, solamente l'accrescimento medio giornaliero per la prova dei loietti calpestati non ha evidenziato differenze significative (Tab. 1 e 2) .

**Tabella 1. Risultati dell'analisi della varianza relativa ai parametri Aspetto estetico generale (AEG), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), densità, colore ed accrescimento medio giornaliero (Loietti non calpestati)**

Effetto	AEG	NDVI	DENSITÀ	COLORE	ACCRESIMENTO
<b>bl</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>**</b>
<b>cv</b>	<b>***</b>	<b>**</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>*</b>
<b>data</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>-</b>
<b>cv*data</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>-</b>

\*,  
significativo al livello  $P \leq 0.05$   
 \*\*,  
significativo al livello  $P \leq 0.01$   
 \*\*\*,  
significativo al livello  $P \leq 0.001$   
 ns,  
non significativo

**Tabella 2. Risultati dell'analisi della varianza relativa ai parametri Aspetto estetico generale (AEG), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), densità, colore ed accrescimento medio giornaliero (Loietti calpestati)**

Effetto	AEG	NDVI	DENSITÀ	COLORE	ACCRESIMENTO
<b>bl</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>
<b>cv</b>	<b>*</b>	<b>ns</b>	<b>**</b>	<b>*</b>	<b>ns</b>
<b>data</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>-</b>
<b>cv*data</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>***</b>	<b>ns</b>	<b>-</b>

\*,  
significativo al livello  $P \leq 0.05$   
 \*\*,  
significativo al livello  $P \leq 0.01$   
 \*\*\*,  
significativo al livello  $P \leq 0.001$   
 ns,  
non significativo



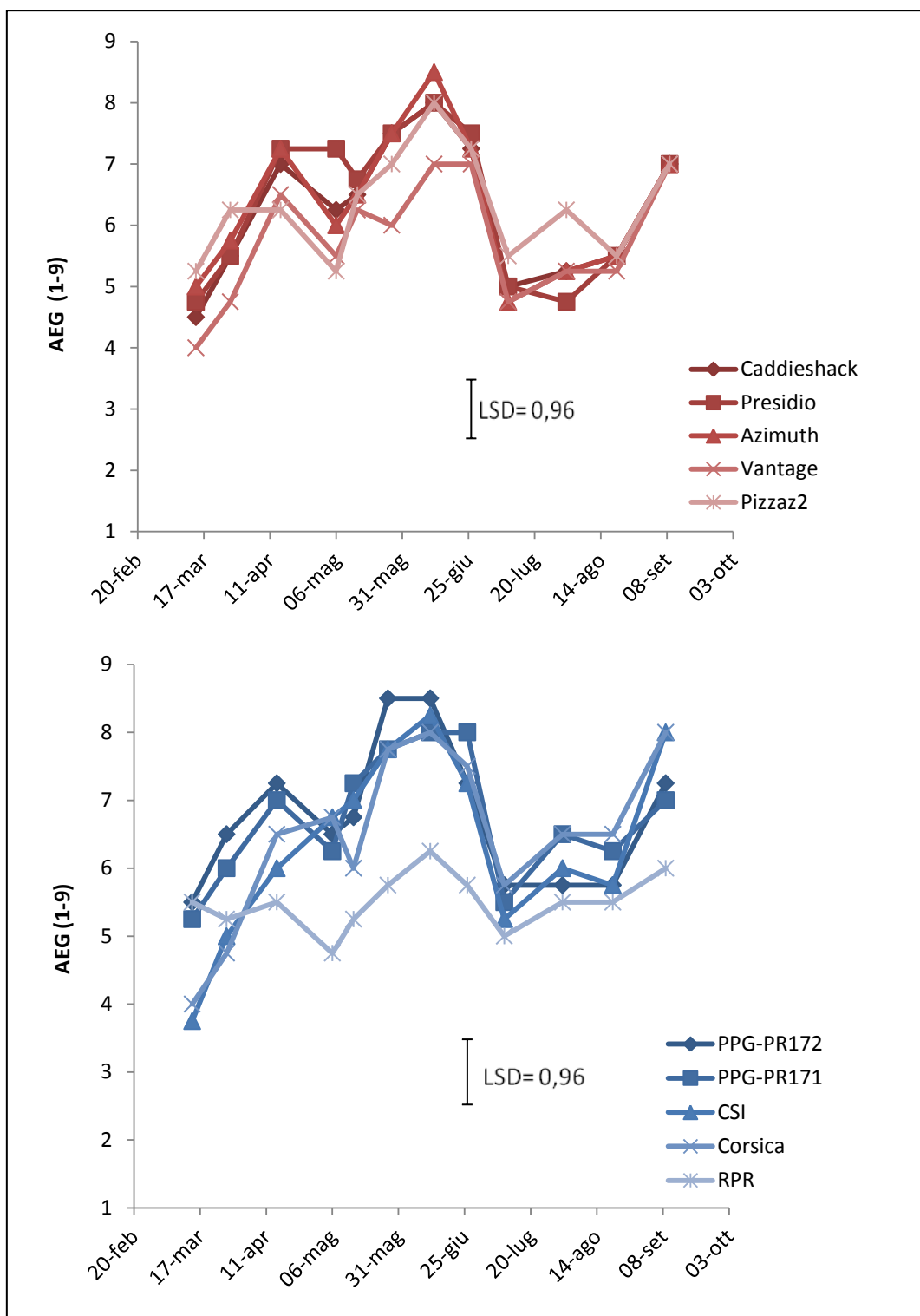
## 9.1 ASPETTO ESTETICO GLOBALE (AEG)

Relativamente all'aspetto estetico globale nei loietti non soggetti a calpestamento l'analisi della varianza ha posto in evidenza differenze significative per gli effetti "cultivar" (CV), "data" e per l'interazione "cultivar x data", la figura 1 evidenzia l'interazione "cv x data", le 10 CV a confronto sono state separate in due grafici, il primo dei quali ospita le CV tradizionali (quello superiore), il secondo quello stolonifere.

Dalla figura 1 è possibile notare per tutte le cultivar due momenti in cui il valore estetico era piuttosto elevato, e cioè ad inizio primavera e ad inizio estate dovuto alle temperature ed un clima molto favorevole per questa specie; si può osservare inoltre, che nel periodo di settembre, tutte le cultivar a confronto hanno evidenziato un buon livello estetico per merito di quanto sopracitato. Nel mese di maggio si può osservare un andamento discendente della curva per tutte le cultivar, dovuto molto probabilmente ad un andamento climatico atipico con forti e continue piogge accompagnate da temperature molto basse. Rispetto al periodo precedente, in estate, tutte le cultivar hanno avuto un peggioramento del loro aspetto estetico, dovuto molto probabilmente agli stress idrici e delle temperature estive poco favorevoli a questa specie.

Nello specifico è possibile notare come la cultivar Corsica e PPG-PR171 hanno risentito in misura minore delle cultivar tradizionali e anche delle restanti cultivar stolonifere dello stress climatico estivo responsabile di un peggioramento della qualità.

La cultivar stolonifera RPR ha avuto punteggi quasi sempre sotto la sufficienza. Tale risultato è dovuto soprattutto ad un colore molto chiaro e poco gradevole alla vista, paragonato al tipico colore di un tappeto erboso carente da macroelementi ed in particolare di azoto.



**Fig. 1. Aspetto estetico generale (AEG) loietti non calpestati, interazione "cultivar x data".**

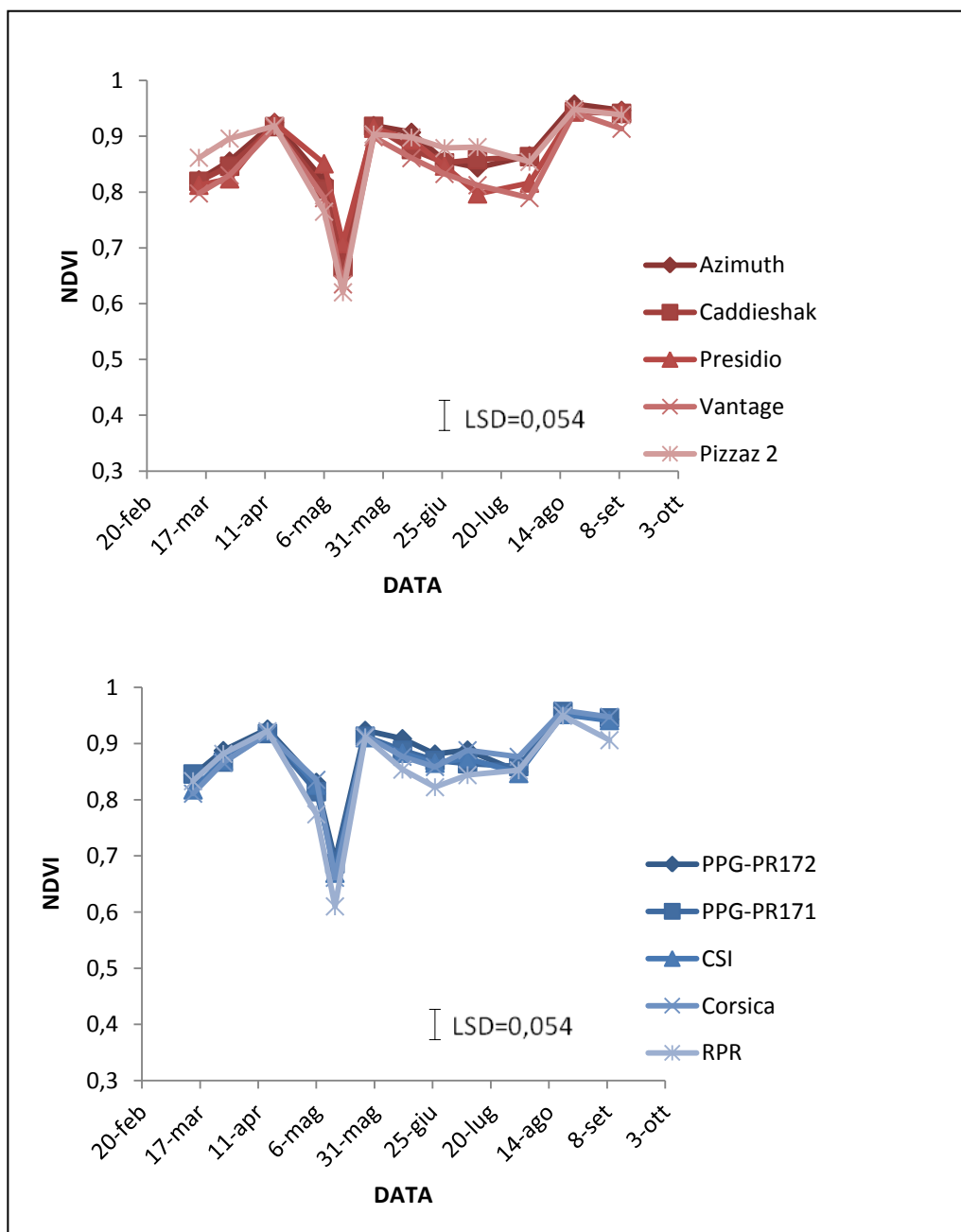
## 9.2 NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI)

Nei loietti non soggetti a calpestamento l'analisi della varianza per il parametro Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ha posto in evidenza differenze significative per gli effetti "cultivar", "data" e "cultivar xdata" (Tab. 1), la figura 2 evidenzia l'interazione "cv xdata", anche in questo caso, come nel precedente, le 10 CV a confronto sono state separate in due grafici il primo dei quali ospita le CV tradizionali( quello superiore), il secondo quello stolonifere.

Osservando questi grafici è interessante notare che il valore dell'indice NDVI ha avuto due momenti in cui è risultato molto basso corrispondenti a due situazioni sfavorevoli che hanno ridotto di molto il vigore vegetativo del tappeto erboso. Il primo periodo risulta compreso tra metà aprile e la fine di maggio, dove, soprattutto verso la seconda metà di maggio, le continue piogge ed un abbassamento anomalo della temperatura, considerata la stagione primaverile, hanno contribuito a diminuire il vigore delle piante; il secondo invece si è manifestato in estate ed evidenzia come le cultivar di loietto, che sono microterme, risentano fortemente dello stress da carenza idrica e da temperature elevate. I valori dei mesi estivi inferiori a 0.800 sono probabilmente dovuti all'elevata presenza di feltro su quasi tutte le CV dimostrando minore presenza di massa verde all'interno di ogni singola parcella.

Dai grafici si può notare che la cultivar Presidio ha avuto nel mese di maggio valori medi di 0.708, valori comunque soddisfacenti paragonati ai valori delle cultivar stolonifere. Molto probabilmente questa CV è stata migliorata su caratteristiche indispensabili per una specie da tappeto erboso. Mentre nel periodo estivo le cultivar stolonifere hanno subito gli effetti dovuti alle condizioni climatiche sfavorevoli in modo lieve, tra queste spiccano le cultivar Corsica e CSI, che hanno riportato valori anche di 0.880. Questo risultato molto probabilmente è da attribuirsi anche alla presenza degli pseudostoloni che

essendo in grado di radicare permettono alla pianta di sfruttare meglio la disponibilità di acqua nel terreno.



**Fig. 2. Normalized Digital Index Vegetation (NDVI) loietti non calpestati, interazione "cultivar x data".**

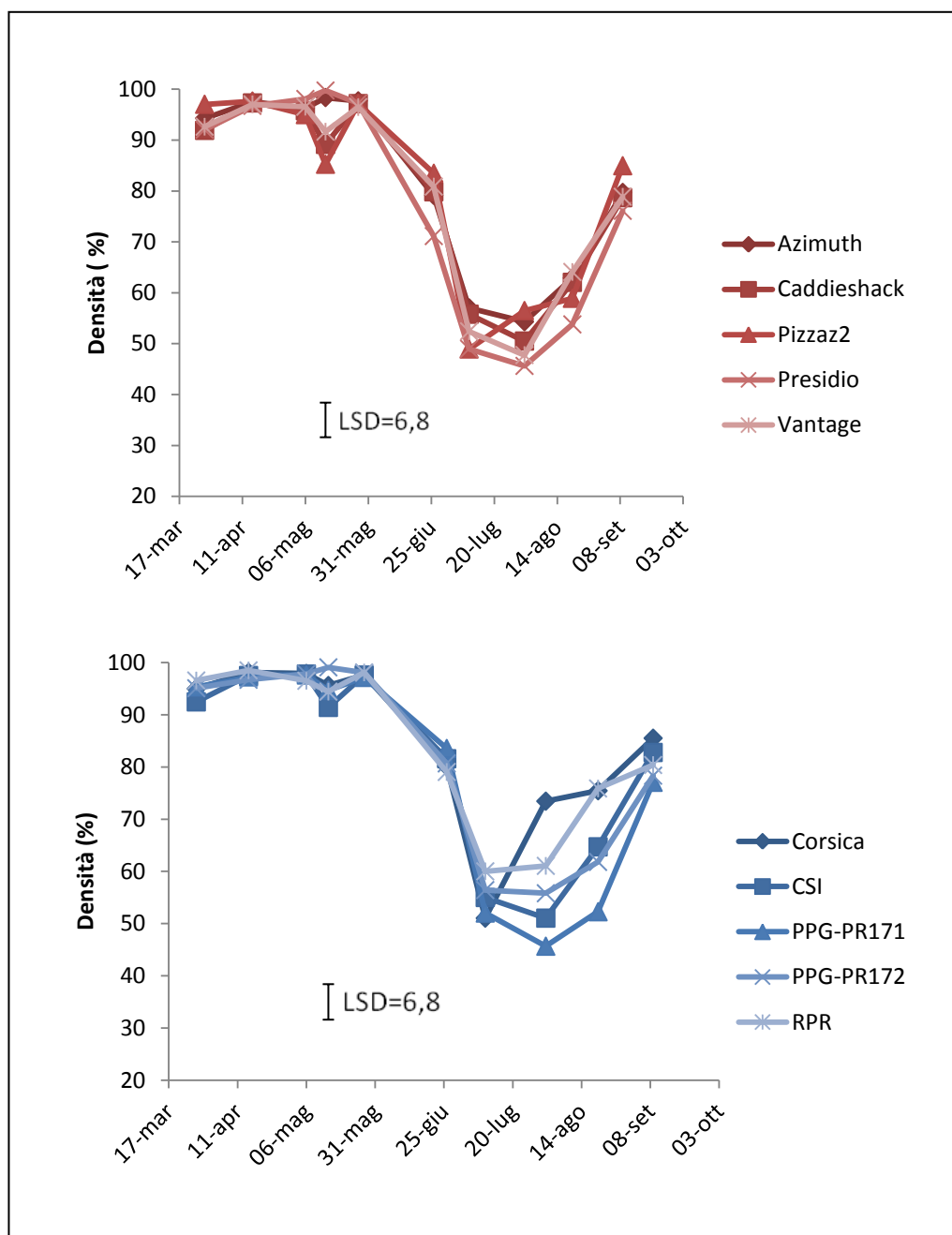


## 9.3 DENSITÀ

Nei loietti non soggetti a calpestamento l'analisi della varianza relativa al parametro densità ha posto in evidenza differenze significative per gli effetti "cultivar", "data" e anche per l'interazione "cultivar x data" (tab.1), la figura 3 evidenzia l'interazione "cv\*data", le 10 CV a confronto sono state separate in due grafici il primo dei quali ospita le CV tradizionali (quello superiore), il secondo quello stolonifere.

Dai grafici è evidente la facilità di insediamento del loietto, dimostrato da valori prossimi al 95% per quasi tutte le cultivar, solamente tre cultivar tradizionali, Pizzaz 2, Vantage e Cadieshack riportano valori inferiori al 90%. È evidente la perdita di densità delle parcelle in due momenti della sperimentazione: il primo, lieve, si è verificato nei mesi di aprile e maggio dovuto alla presenza di acqua, causa le continue precipitazioni, che ha sfavorito alcune pratiche colturali come il taglio impedendo la formazione di nuovi accestimenti e quindi un aumento della copertura e degli spazi delle singole piante. Nel periodo estivo, invece la densità delle parcelle è scesa a valori molto bassi per tutte le cultivar, sia quelle tradizionali che quelle stolonifere, e questo è confermato dal ciclo biologico delle microterme con la minor formazione di radici e germogli nella stagione estiva.

Confrontando in modo più attento l'andamento dei due grafici è però evidente che alcune cultivar di nuova generazione, nello specifico la cultivar Corsica, grazie alla formazione di pseudostoloni ha recuperato in modo più che soddisfacente la perdita di densità relativa ai mesi di giugno e luglio. Ad inizio agosto infatti aveva già raggiunto una copertura del 73%, aumentandola ulteriormente di altri 3 punti percentuali a metà di agosto, per concludere a metà di settembre con una copertura del 85%. Le cultivar tradizionali hanno mantenuto tutto lo stesso comportamento, a dimostrazione che la mancata presenza di pseudostoloni, limita la velocità e la capacità di recuperare gli spazi vuoti venutisi a creare nei momenti sfavorevoli.



**Fig. 3. Densità loietti non calpestati, interazione “cultivar x data”.**

## 9.4 COLORE

Nei loietti non sottoposti a calpestamento l'analisi della varianza per il parametrero colore ha posto in evidenza differenze significative per gli effetti principali "cultivar" e "data" e per la loro interazione. La figura 4 evidenzia l'interazione "cv X data" le 10 CV a confronto sono state separate in due grafici il primo dei quali ospita le CV tradizionali (quello superiore), il secondo quello stolonifere. La figura 5 evidenzia l'effetto "cv", le 10 CV a confronto sono state rappresentate in un grafico, le cultivar tradizionali con un colore verde più chiaro rispetto alle cultivar stolonifere.

E' interessante osservare con il valore della tonalità sia diminuito nel primo periodo, tra aprile e maggio, quando le forti piogge e le basse temperature hanno ostacolato l'assorbimento del concime. Con la seconda concimazione, invece, accompagnata con una stabilizzazione dei valori termici ed una netta diminuzione degli eventi piovosi, è stato osservato un migliore e corretto assorbimento del concime che ha portato ad aumentando della tonalità di tutte le CV, sia tradizionali sia stolonifere. L'andamento decrescente di fine estate primi di settembre sta ad indicare il termine dell'effetto del concime distribuito nel periodo primaverile.

E' indicativo osservare come la CV di nuova generazione Corsica, nel periodo estivo dove hanno dimostrato di aumentare la propria densità ,abbia valori inferiori del colore rispetto alle altre 9 CV, con molta probabilità l'emissione di nuovi accestimenti basali caratterizzati da una colorazione più chiara hanno abbassato il valore medio della vegetazione.

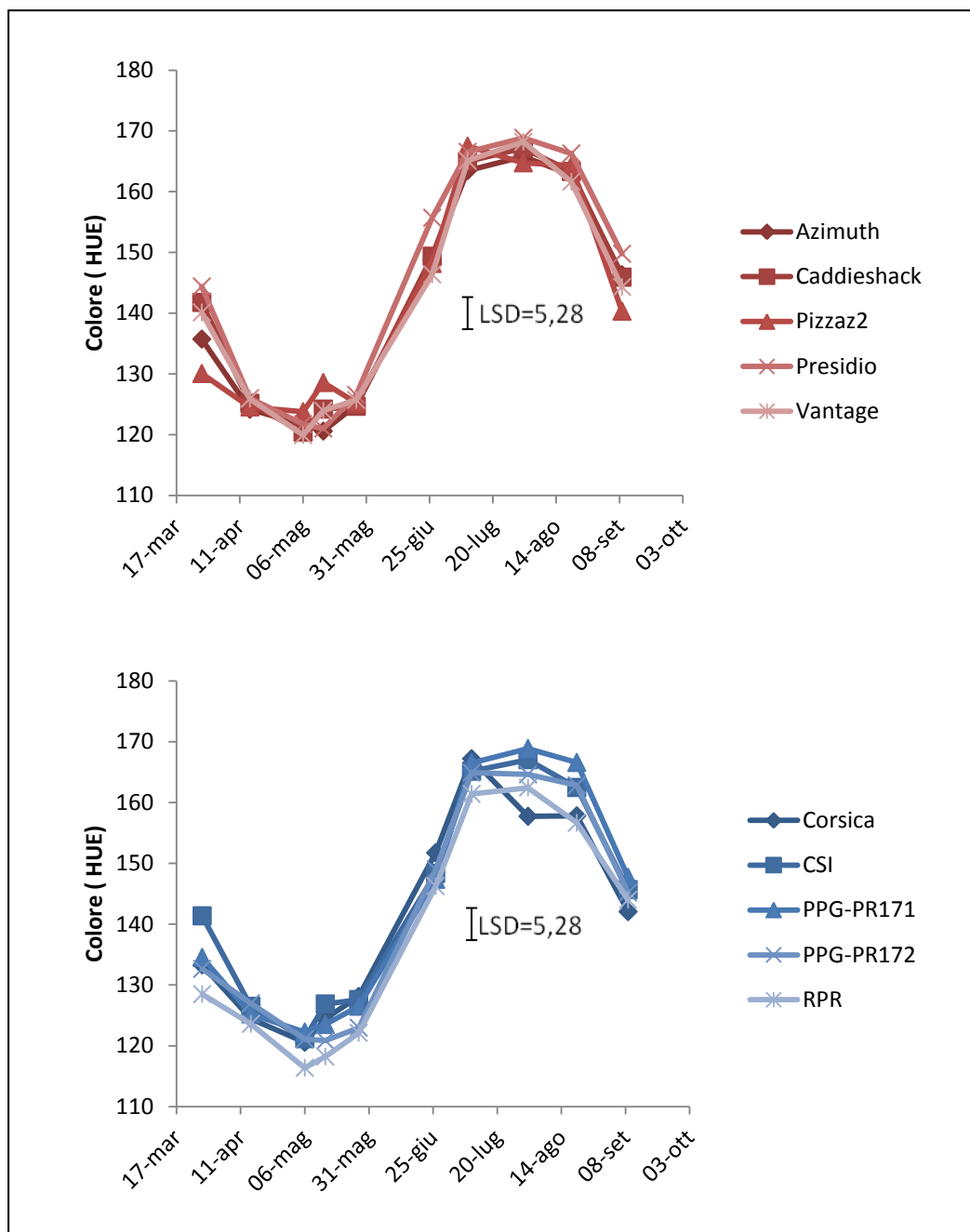
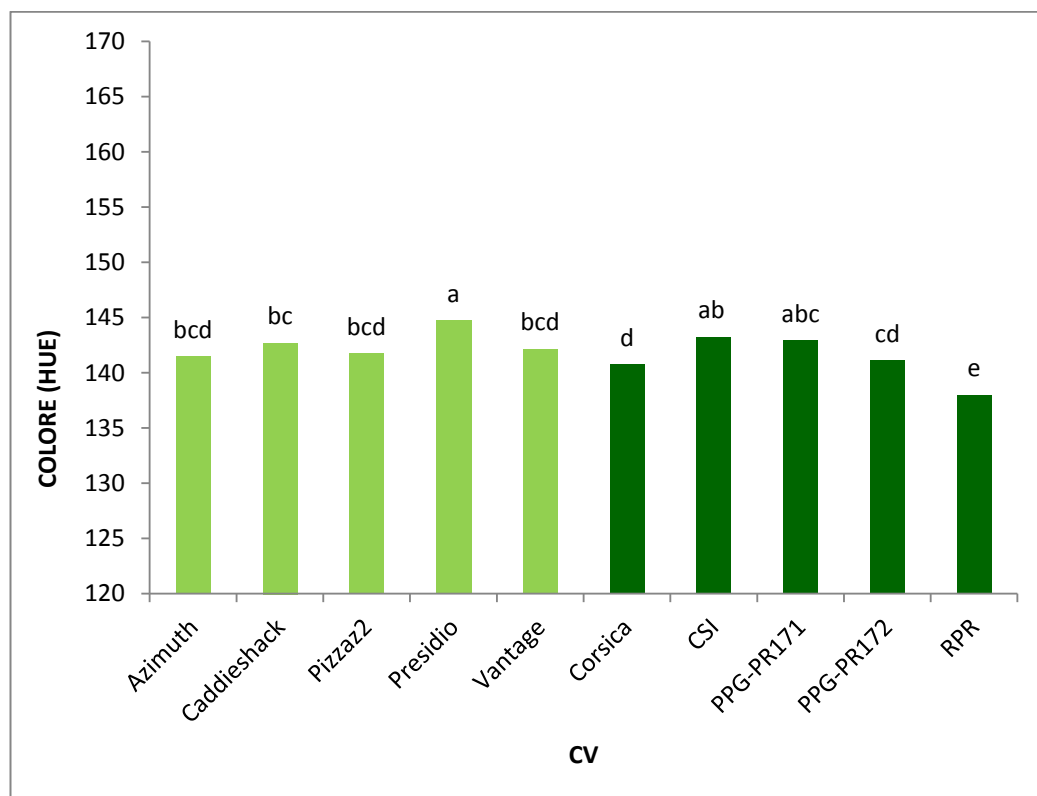


Fig. 4 Colore loietti non calpestati, interazione "cv x data"

Nella figura 5 si può osservare che le cultivar hanno riportato valori di HUE mediamente compresi tra 140 e 154, paragonabili a valori vicini a 5G66 delle tavole di Munsell. Complessivamente le cultivar tradizionali hanno riportato valori superiori a quelle stolonifere, molto probabilmente perché le cultivar stolonifere hanno prodotto una maggiore quantità di nuovi accestimenti con foglie giovani che solitamente hanno un colore chiaro e questo ha abbassato il valore medio della vegetazione. Non si può escludere però che tale risultato sia semplicemente frutto di differenze genetiche.

La cultivar Presidio si è distinta per il colore molto intenso. Come si può notare nella figura 5, questa cultivar ha ottenuto un valore medio di HUE di 143, inoltre, soprattutto nel periodo estivo, ha riportato valori massimi di HUE pari a 170, dimostrando un buon adattamento alle alte temperature tipiche della nostra stagione estiva.

Molto negativa invece è risultata la cultivar RPR (stolonifera) che ha evidenziato un colore verde molto chiaro riportando un valore medio di HUE di 137.



**Fig. 5. Colore loietti non calpestati, effetto “cultivar”.**

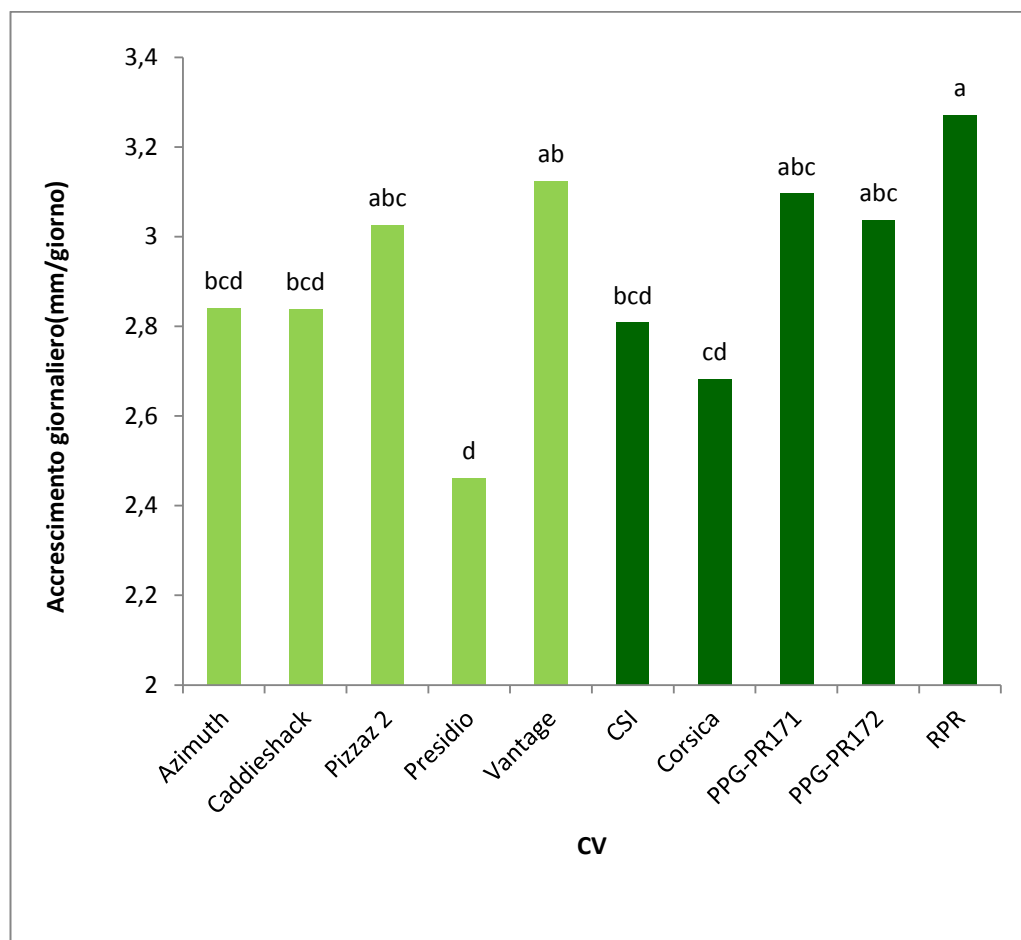
## 9.5 ACCRESCIMENTO GIORNALIERO

Relativamente all'accrescimento medio giornaliero nei loietti non soggetti a calpestamento l'analisi della varianza ha posto in evidenza differenze significative per l'effetto "cultivar", la figura 6 evidenzia le differenze tra le cultivar., quelle tradizionali sono rappresentate con un colore verde più chiaro rispetto a quelle stolonifere.

Osservando il grafico dell'accrescimento medio giornaliero si osserva che mediamente le cultivar a confronto hanno avuto accrescimenti giornalieri di 3 mm/giorno.

Le cultivar che hanno avuto un accrescimento giornaliero minore sono state Presidio, CSI e Corsica, le quali, con rispettivamente: 2.46, 2.68 e 2.81 mm/giorno. Queste cultivar non hanno risentito in modo negativo della minore crescita verticale, anzi hanno mantenuto un buon livello qualitativo ed una buona densità. Tale risultato è dovuto molto probabilmente alla continua e recente selezione che le vede maggiormente utilizzate per scopi sportivi e per la realizzazione di aree verdi dove una minore crescita può permettere, nel lungo termine, una diminuzione delle operazioni di taglio con conseguente risparmio per la gestione delle aree verdi, ma anche un minore uso delle macchine operatrici con conseguente riduzione delle problematiche dovute al compattamento del terreno.

La cultivar RPR si è caratterizzata per avere avuto il maggior accrescimento medio giornaliero pari a 3.2 mm.



**Fig. 6. Accrescimento giornaliero loietti non calpestati, effetto “cultivar”.**



## 9.6 ASPETTO ESTETICO GLOBALE (AEG)

Per quanto riguarda l'aspetto estetico globale nei loietti soggetti a calpestamento l'analisi della varianza ha posto in evidenza differenze significative per gli effetti "cultivar" e "data", mentre l'interazione non è risultata significativa. La figura 7 evidenzia l'effetto "cv", le 10 CV a confronto sono state rappresentate in un unico grafico: le cultivar tradizionali sono state raffigurate con un colore verde più chiaro rispetto alle cultivar stolonifere. La figura 8 mostra l'effetto "data", ove è possibile osservare l'andamento nel tempo dei punteggi medi delle 10 cv a confronto.

Dal grafico è evidente come tutte le cultivar non abbiano ottenuto valori medi elevati e che solamente 4 cultivar hanno raggiunto la sufficienza: Corsica (6.4), CSI (6.1), PPG-PR 172 (6.3) e Presidio (6.1), mentre le restanti 6 hanno ottenuto punteggi leggermente inferiori alla sufficienza. E' interessante notare però che delle 4 cultivar con voti maggiori la sufficienza, 3 sono di nuova generazione, per le quali lo sviluppo degli stoloni ha permesso, nonostante il calpestamento, di recuperare più velocemente lo stress antropico. Le cultivar con votazione estetica globale insufficiente hanno riportato comunque valori medi non inferiori al 5.3, a dimostrazione comunque che *L. perenne* è una specie adatta a prati soggetti e al calpestio, mantenendo nel complesso sufficienti valori estetici.

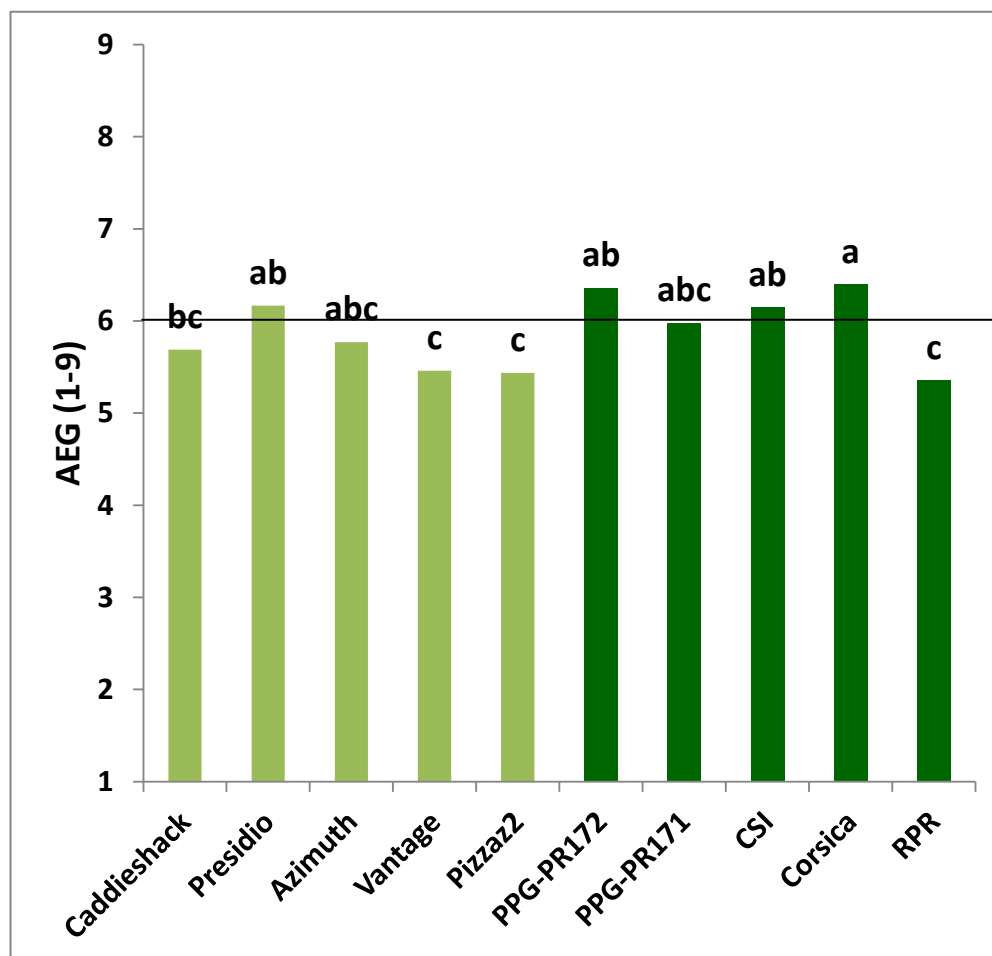
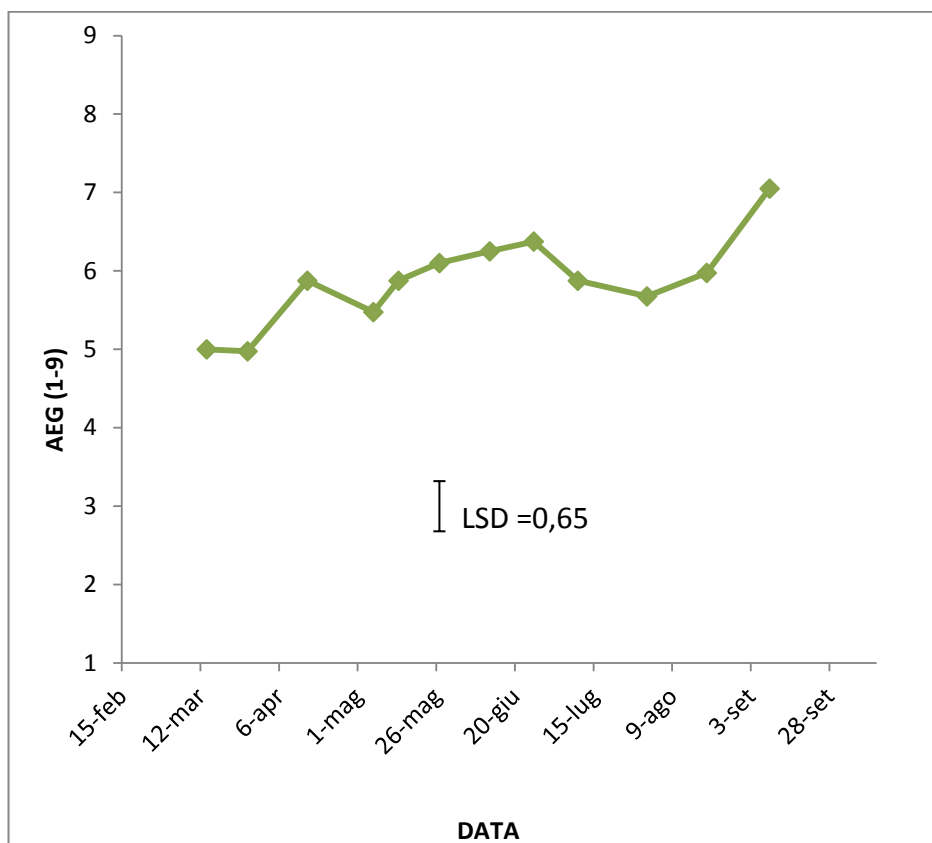


Fig. 7. Aspetto estetico generale (AEG) loietti calpestati, effetto “cv”.

Come già anticipato, la figura 8 descrive l'andamento medio delle 10 CV osservate per tutto il periodo di sperimentazione. Il grafico evidenzia una condizione generale non del tutto sufficiente nel periodo di inizio primavera. In seguito, le cultivar hanno subito i primi tagli e la prima concimazione. La risposta a tali pratiche agronomiche ha permesso a tutte le CV di alzare il proprio livello estetico, riportando valori sufficienti. A fine stagione estiva quando le temperature si sono stabilite su valori ideali per le microterme le CV hanno aumentato in modo evidente le proprie caratteristiche estetiche portando valori medi più che sufficienti pari a 7.1 su 9.

La flessione della curva si evidenzia in due momenti sfavorevoli riscontrati nel corso della sperimentazione: il mese di maggio, con abbondanti piogge e caduta anche importante della temperatura e il periodo estivo. Mentre nella prima flessione le piante hanno subito un brusco abbassamento dei valori, dovuto al repentino cambio di condizioni climatiche, piogge continue e temperature termiche inferiori alla media stagionale, che non ha permesso alle piante stesse in un rapido adattamento, il declino successivo è stato lieve e graduale riportando comunque un valore medio vicino alla sufficienza (5.7 su 9). Nel suo complesso l'andamento del grafico, ad eccezione del periodo particolare di maggio, rispecchia l'andamento tipico di una microterma dove l'aspetto estetico è migliore in primavera e in autunno.



**Fig. 8. Aspetto estetico generale (AEG) loietti non calpestati, effetto “data”.**

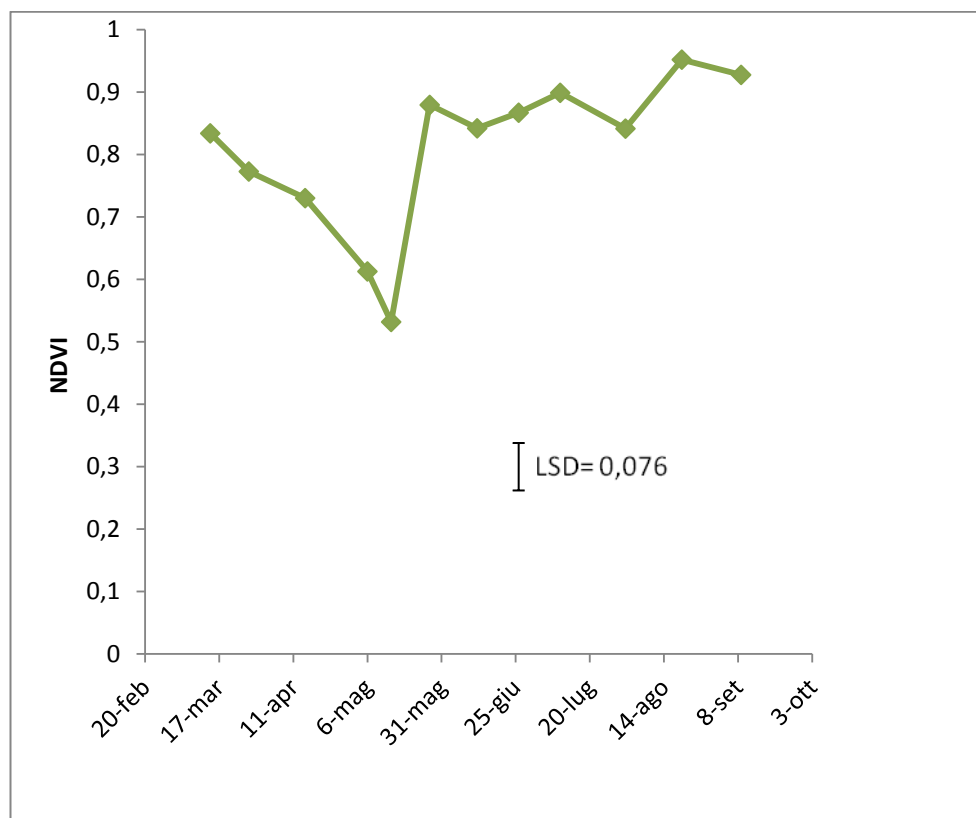
## **9.7 NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI)**

Relativamente al Normalized Difference Vegetation index (NDVI) nei loietti soggetti a calpestamento l'analisi della varianza ha posto in evidenza differenze significative unicamente per l'effetto "data". La figura 9 evidenzia tale effetto.

In questo grafico si può osservare una caduta della condizione generale delle cultivar dovuto a diversi fattori, tra questi l'inizio del trattamento di calpestamento sulle parcelle accompagnato da precipitazioni molto intense e continue che hanno sicuramente accentuato l'effetto prodotto dal trattamento sulla vegetazione. Del resto la vegetazione ha risentito molto delle abbondanti precipitazioni anche in conseguenza del fatto che il terreno su cui è stata realizzata la prova è di tipo limoso. Si deve anche considerare che, ad inizio primavera, le cultivar seminate a ottobre non avevano ancora completato l'insediamento. Il continuo perdurare del maltempo ha contribuito a creare una condizione sfavorevole per i loietti che, hanno visto diminuire l'indice NDVI sino a raggiungere un minimo al 14 maggio (0.53).

Con il miglioramento delle condizioni climatiche, il continuo affrancarsi e rafforzarsi dell'apparato radicale e grazie anche all'esecuzione di pratiche agronomiche come concimazioni e taglio della parte epigea, le CV hanno riportato valori di NDVI variabili da 0.80 a 1, con un leggero calo però nel periodo più caldo, dovuto al periodo di dormienza estiva delle microterme.

Si deve considerare anche che il passaggio del rullo ha contribuito a ridurre la formazione di feltro creando condizioni migliori per l'assunzione degli elementi nutritivi, aria e acqua che ha permesso di raggiungere al 31 di maggio valori medi superiori a 0.85.



**Fig. 9. Normalized Digital Index Vegetation (NDVI) loietti calpestati, effetto "data".**

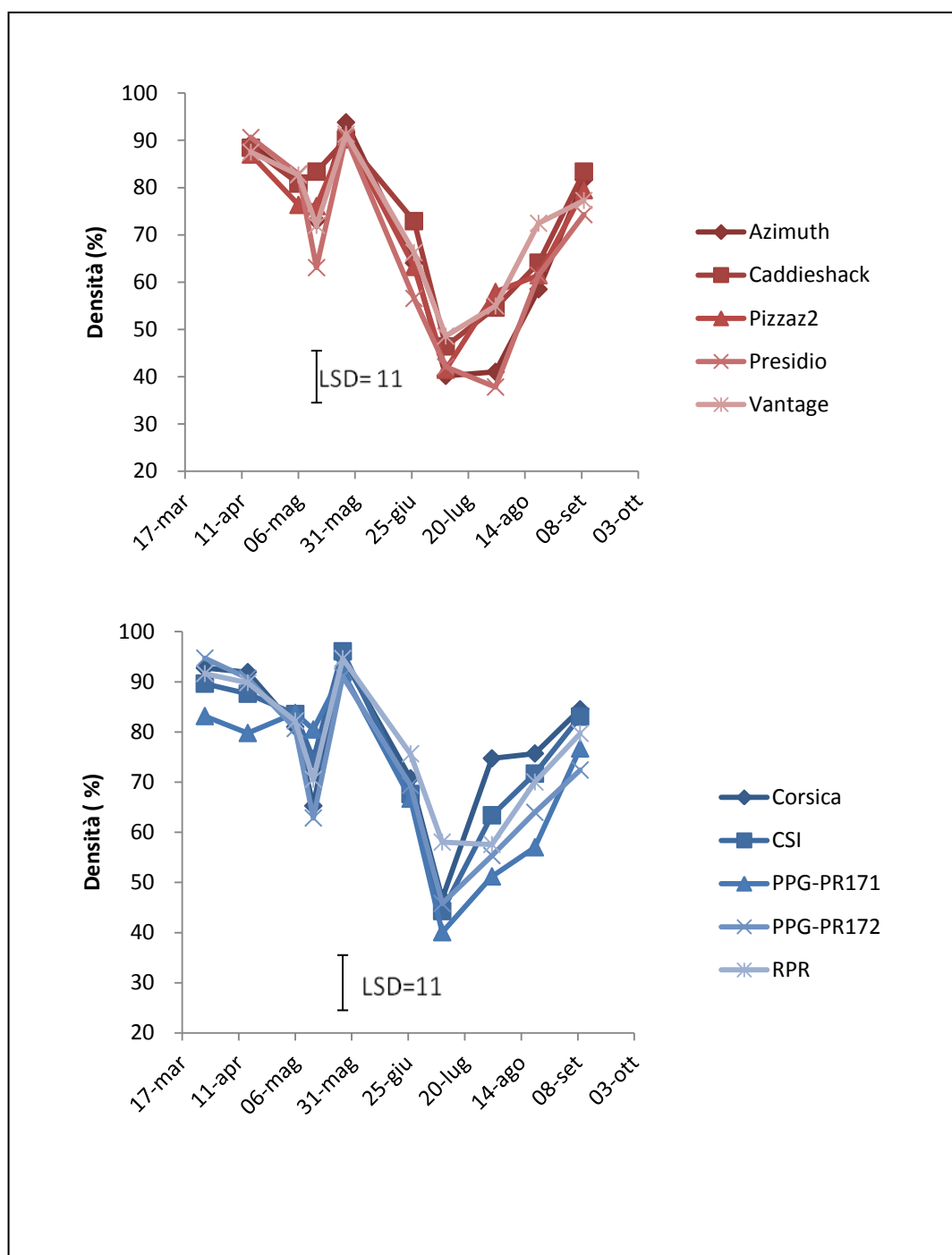
## 9.8 DENSITÀ

In relazione al parametro densità nei loietti non sottoposti a calpestamento l'analisi della varianza ha posto in evidenza differenze significative per gli effetti principali e anche per l'interazione (Tab. 2) . La figura 10 evidenzia l'interazione "cv x data", le 10 CV a confronto sono state separate in due grafici il primo dei quali ospita le CV tradizionali, il secondo quello stolonifere.

Tutte le CV, sia quelle tradizionali e sia quelle stolonifere, presentano un andamento simile. Inizialmente la densità di partenza è buona con valori superiori al 90%, segue una perdita di copertura vegetale dal secondo rilievo (14 aprile) al quarto rilievo (14 maggio), poi si assiste ad un ottimo recupero, seppur momentaneo, a metà primavera ed un'ulteriore importante diminuzione nel periodo estivo, già dal mese di agosto però, le cultivar hanno riportato percentuali di densità soddisfacenti, dimostrando una buona adattabilità alle condizioni ambientali locali, considerando che le microterme hanno crescita ridotta o addirittura interrotta nel periodo estivo.

Confrontando i due gruppi di cultivar si osservava che le stolonifere nei periodi maggiormente sfavorevoli hanno ottenuto valori maggiori, molto probabilmente grazie alla presenza degli stoloni che ha permesso di recuperare più velocemente i danni causati dal rullo dentato, riuscendo a coprire prima gli spazi prodotti dal calpestamento simulato. In particolare, la CV "Corsica" ha riportato per il periodo estivo valori anche del 70%, recuperando in breve tempo quasi 30 punti percentuale.

Interessante l'andamento della CV "RPR" che per tutta la sperimentazione ha ottenuto valori quasi sempre sopra la sufficienza (60%) dimostrando una buona capacità di resistenza al calpestio.



**Fig. 10. Densità loietti calpestati, interazione “cultivar x data”.**



## 9.9 COLORE

Relativamente al parametro Colore nei loietti sottoposti a calpestamento l'analisi della varianza ha posto in evidenza differenze significative per gli effetti "cultivar" e "data". La figura 11 evidenzia l'effetto "cv", le 10 CV a confronto sono state rappresentate in un grafico, di cui le cultivar tradizionali hanno un colore verde più chiaro rispetto alle cultivar stolonifere. La figura 12 mette in evidenza l'effetto "data" dove sono disegnate nel grafico le medie totali delle CV utilizzate per ogni rilievo.

Dal grafico si può notare come tutte le cultivar abbiano riportato valori di HUE prossimi a 150. Tale risultato ci consente di esprimere che i loietti testati, nonostante il calpestamento subito, hanno conservato una buona colorazione per tutto il periodo di sperimentazione.

Se tale valore è confrontato con i valori delle cultivar che non hanno subito il calpestamento, si può notare un incremento di valore di 10 HUE, che conferma l'effetto iniziale positivo del calpestamento sul colore da attribuirsi alla minore perdita di azoto nel terreno, per effetto della compattazione che riducendo la macroporosità ne limita la lisciviazione (Fig. 12). L'effetto calpestamento come già ricordato ha provocato anche una minore formazione di feltro, permettendo alle piante di assorbire con maggiore facilità acqua, aria ed elementi nutritivi.

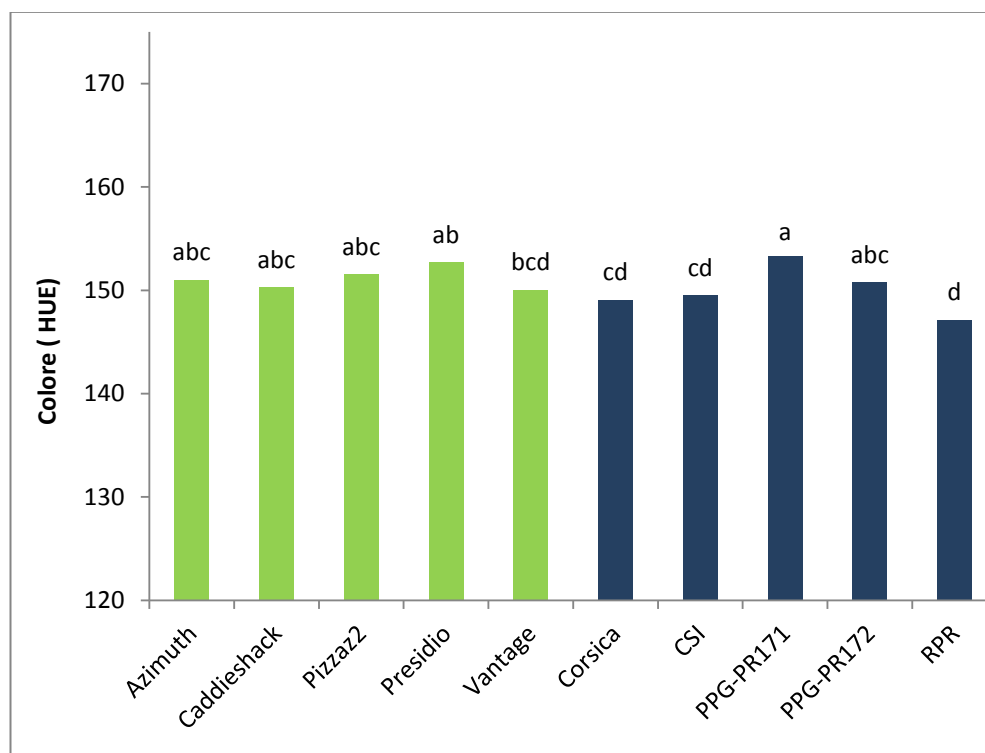


Fig. 11. Colore loietti calpestati, effetto "cultivar".

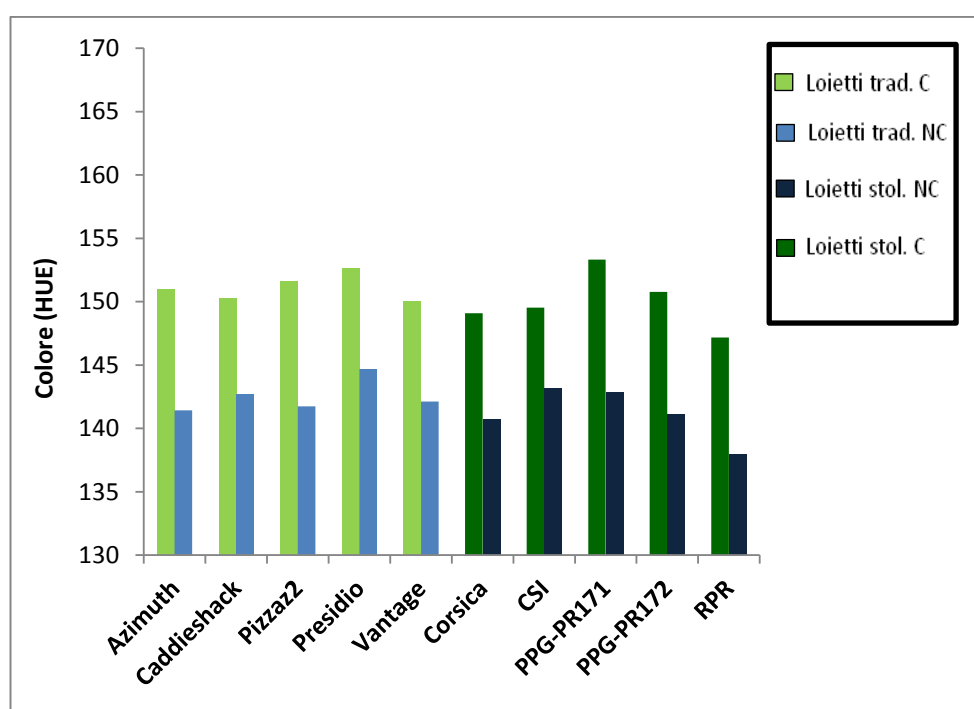
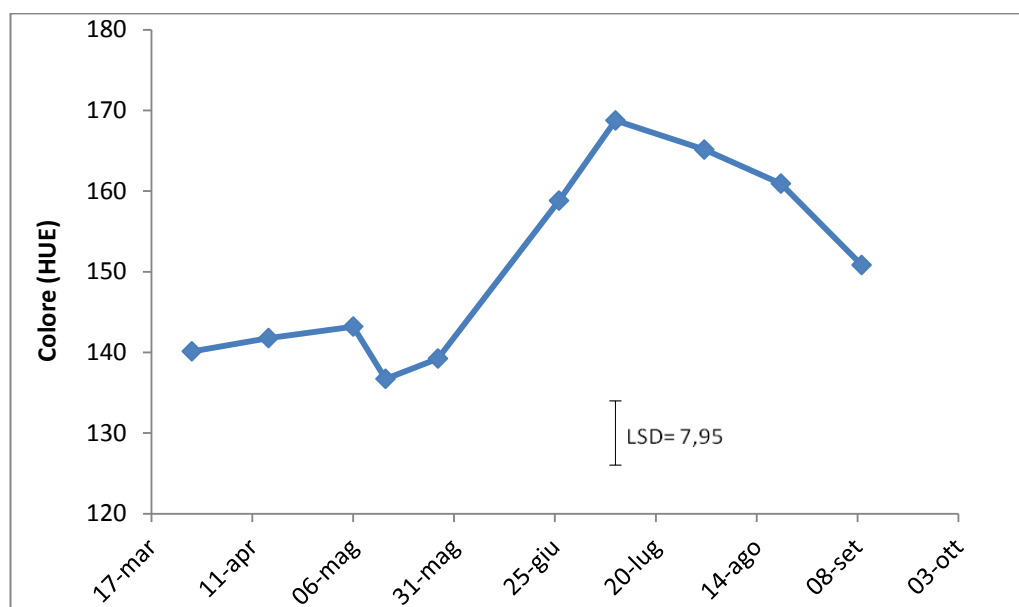


Fig.12. Comparazione tra Colore loietti calpestati e loietti non calpestati, effetto "CV".

La figura 13 rappresenta la variazione di colore di tutte le cultivar durante il periodo di sperimentazione. Si può notare come il valore della tonalità nel primo periodo sia piuttosto basso, questo a conferma che l'effetto concime ha stimolato la pianta ad assumere una colorazione leggermente più intensa, ma le temperature inferiori alla media stagionale hanno creato ostacolo all'assorbimento del concime distribuito. La concimazione di maggio, eseguita il giorno 15, il conseguente aumento della temperatura e una graduale riduzione delle piogge ha permesso alle CV di assorbire in modo ottimale l'azoto aumentando i valori della tonalità a 170. La curva ha poi avuto una fase discendente dovuta alla carenza di questo macroelemento.



**Fig. 13. Colore loietti calpestati, effetto "data".**



## 10 CONCLUSIONI

Dai dati raccolti durante questa sperimentazione possiamo trarre le seguenti conclusioni:

- Nella prova non soggetta al calpestamento le cultivar di *L. perenne* hanno mantenuto nell'arco del periodo di sperimentazione standard di qualità estetica e di densità tipica delle specie microterme da tappeto erboso, nel quale si è assistito a una diminuzione della qualità, del colore e della densità nel periodo estivo.

L'indice NDVI misurato con il Greenseeker ha evidenziato però una difficoltà di tutte le cultivar durante il periodo primaverile, a causa della diminuzione improvvisa della temperatura e delle piogge prolungate, queste ultime anche di forte entità.

Tra le cultivar a confronto si è distinta "Corsica" che ha espresso un ottimo comportamento durante il periodo estivo come dimostrato dalla percentuale di densità rilevata che è stata quasi sempre sul 70% ad eccezione di luglio ove è stata rilevata una densità del 50%.

- La prova che ha visto le cultivar di *L. perenne* sottoposta a calpestamento simulato ha reso evidente una maggiore capacità di sopportare il danno prodotto dal calpestamento da parte delle cultivar di nuova generazione, in particolare CSI, Corsica e PPG-PR172, rispetto alle cultivar tradizionali. Nella media dell'intero periodo di sperimentazione, la qualità generale del manto erboso è risultata per quattro cultivar (PPG-PR171 ha ottenuto un valore di 5.98) su 5 pari o superiore alla sufficienza, considerando come sufficienza il punteggio 6.

E' stato possibile notare come le cultivar di nuova generazione, soprattutto Corsica e CSI, in seguito ai passaggi del rullo dentato, e

quindi ad una parziale perdita di densità, abbiano avuto una maggiore capacità di recupero sulla percentuale di copertura rispetto alle cultivar tradizionali, merito degli pseudostoloni che riescono in modo rapido a colonizzare lo spazio disponibile. Con molta probabilità gli stessi pseudostoloni conferiscono al tappeto erboso una maggiore densità e una maggiore capacità di sopportare condizioni avverse come ad esempio i periodi di carenza idrica.

## BIBLIOGRAFIA

Adamsen F.J., Pinter P.J., E.M. Barnes Jr., LaMorte R.L., Wall G.W., Leavitt S.W., e Kimball B.A.. 1999. *Measuring wheat senescence with a digital camera. Crop Sci.* 39:719-724.

Alderton S, 2007. *Tappeti erbosi, aspetti tecnici, ambientali e paesaggistici.* 110: 106-108

Beard J.B., 1973. *Turfgrass: Science and Culture.* Prentice-Hall, Upper Saddle River, NY.

Beard J.B. ,1991. *Guida per la costruzione e la manutenzione dei green nei campi da golf italiani.* Federazione Italiana Golf.

Birth G.S., e McVey G.R.. 1968. *Measuring the color of growing turf with a reflectance spectrophotometer. Agron. J.* 60:640-643. Freund, R.J., and W.J. Wilson. 1993. *Statistica) methods.* Academic Press, San Diego, CA.

Casler M.D. and Duncan R.R., 2003. *Turfgrass biology, genetics, and breeding.* 373;75-100

Cereti C.F., 1993. *Il sistema colturale «tappeto erboso».* Annali dell'Accademia di Agricoltura di Torino. 135, 39-52

Cockerhan S.T., Giebeault V.A., Van Dam J. e Leonard M.K.,1990. *Natural and artificial playing fields: characteristics and safety features. Tolerance of several cool-season turgrasses to simulated sports traffic.* 193; 85-95

Croce P., De Luca, Falcinelli M., Modestini F.S. e Veronesi F., 2006. *Tappeti Erbosi. Cura, gestione e manutenzione delle aree verdi pubbliche e private*. 340:15,24-25,44-45,77-80)

Croce P., De Luca A., Mocioni M., Volterrani V., Beard J.B., 2002. *Prati per il sud- Acer 4/2002*, 66-69

Ellis C.J., 1981. *An experimental approach to wear tolerance in Lolium perenne*. Ph.D. thesis, University of Liverpool, United Kingdom

Fitzpatrick R.J.M., K. Guillard, 2004 - *Kentucky bluegrass Response to Potassium and Nitrogen Fertilization*. *Crop Sci.* 44:1721-1728.

Geren H., Avcioglu R., Curaoglu M., 2009. *Performance of some warm-season turfgrasses under Mediterranean condition – African Journal of Biotechnology Vol. 8, pp 4469-4474, 15 September, 2009*

Giardini L., 2004. *Agronomia Generale- Ambientale e aziendale*. 724,96-99,142

Githinji L.J.M., J.H. Dane, R.H. Walker, 2009 - *Water-use patterns of tall fescue and hybrid bluegrass cultivars subjected to ET-based irrigation scheduling*. *Irrigation Science Volume: 27 Issue: 5, 377- 391*.

Grossi N., Volterrani M., Gaetani M., Lulli F., Magni S., Croce P., De Luca A., Mocioni M., 2008 – *Bermudagrass putting green overseeding with cool-season turfgrasses in coastal Tuscany*. *Proc. Of 1° European Turfgrass Society Conference, 19-20 May, Pisa (Italy)*

Hannaway D., Fransen S., Cropper J., Teel M., Chaney M., Griggs T., Halse R., Hart J., 1999 *Perennial Ryegrass*. Oregon State University. 1-20



Johnson G.V. 1973. *Simple procedure for quantitative analysis of turfgrass color*. *Agron. J.* 66:457-459.

Johnson P.G., 2003. *The influence of frequent or infrequent irrigation on turfgrasses in cool-arid west*. *USGA Turfgrass and Environmental Research Online* 2(6): 1-8.

Landschoot P.J., e Mancino C.F.. 2000. *A comparison of visual vs. instrumental measurement of color differences in bentgrass turf*. *HortScience* 35:914-916.

Lukina E.V., Stone M.L e Raun W.R. 1999. *Estimating vegetation coverage in wheat using digital images*. *J. Plant Nutr.* 22:341-350.

Lush W.M. e Rogers M.E., 1992. *Cutting height and the biomass tiller density of Lolium perenne amenity turf*. *J. Appl. Ecol.* 29:611-618

Macolino S., Scotton M., Ziliotto U., *Effects of simulated food traffic on some roots parameters of turfgrass species*. *Scientific meeting of Italian Horticultural Society*. 04/2002. Volume 2 p351-352

Macolino S., Lucon M., Scotton M., Altissimo A., Ziliotto U., 2004 – *Effect of simulated traffic on some turf quality parameters in construction systems of soccer pitches*. *SHS Acta Horticulturae* 661 – *International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields*, ISSN - 0567-7572

May L.H. e Milthorpe F.L., 1962. *Drought resistance in crop plants*. *Field Crop Abs.* 15:171-179

Minderhoud J.W. 1980. *Tillering and persistency in Perennial Ryegrass. Proceeding of the third International Tufgrass Research Conference.*

Miele S., Volterrani M., Grossi N., 2000 – *Warm season turfgrasses: result of a five-year study in Tuscany. Agricoltura Mediterranea 130:1-9*

Nannicini M., Lenzi A., Baldi A., Pardini A. e R., 2011. *Risposta alla salinità di specie macroterme da tappeto erboso coltivate in floating system con diverse concentrazioni di cloruro di sodio. Scheda 7. Principali risultati del progetto MiPAAF su tappeti erbosi di macroterme: contributi delle singole unità operative.*

Nelson S.H. e Sosulski F.W. 1984. *Amino acid and protein content of Poa pratensis as related to nitrogen application and color. Can. J. Plant Sci. 64:691-697.*

O'neil K.J., Carrw R.N., 1981. *Perennial ryegrass growth, water use, and soil aeration status under soil compaction. Vol. 75 N° 2,177-180*

Pagliai M. e De Nobili M., 1993. *Relationships beetween soil porosity, root development and soil enyme actity in cultivated soils. Geoderma, 56:243-256*

Panella A., Croce P., De Luca A., Falcinelli M., Modestini F.S., Veronesi F., 2000. *Tappeti Erbosi. Calderoni Edagricole, Bologna, Italia. 475pp.*

Pompeiano A., Grossi N., Volterrani M., 2012 – *Vegetative Establishment Rate and Stolon Growth Characteristcs of 10 Zoysiagrasses in Southern Europe. Hort Tech. 22:1-7.*

Purcell, L.C. 2000. *Soybean canopy coverage and light interception*

*measurements using digital imagery. Crop Sci. 40:834-837.*

Richardson M.D., Douglas E. Karcher, K.W. Hignight, Debra Rush, 2008 -  
*Drought Tolerance and Rooting Capacity of Kentucky Bluegrass Cultivars. Crop  
Sci. 48:2429–2436*

Richardson M.D., Karcher D.E. e Purcell L.C.. 2001. *Quantifying  
turfgrass cover using digital image analysis. Crop Sci. 41:1884-1888.*

Richardson M.D., Karcher D.E.. *Batch Analysis of Digital Images to Evaluate  
Turfgrass Characteristics Published in Crop Sci. 45:1536-1539 (2005).*

Russi L., Martiniello P., Tomasoni C., Annicchiarico P., Piano E., Veronesi F.,  
2001. *Establishment of cool season grasses in different italian enviroments.  
International turfgrass society research journal. Volume 9*

Theron E.P., Ludorf R., Jones A., 2010. *Notes on the value of paspalum  
vaginatum sw. As a pasture grass for saline and structureless soils. 126-129*

Turgeon A.J., 1980. *Turfgrass Management. Prentice Hall Inc., Englewood  
Cliffs. New Jersey, USA. 400p.*

Van Dersal W.R., 1936. *The ecology of a lawn. Ecology 17:515-527*

Volterrani M., Miele S., Magni S., Gaetani M., Pardini G., 2001 – *Bermudagrass  
and seashore paspalum winter overseeded with seven cool-season grasses.  
Int. Turfgrass Soc. Res. J. 9:957-961.*

Volterrani M., Magni S., 2007. *Il tappeto erboso ieri, oggi e domani-in "aspetti tecnici, ambientali e paesaggistici". I quaderni del C.I.R.A.A..*

Volterrani M., Pardini G., Grossi N., Miele S., Gaetani M., Pietrini E., 1996. *Valutazione dell'adattabilità di specie graminacee macroterme da tappeti erbosi alle condizioni ambientali dell'Italia centrale. Italus Hortus 5:10–16.*

Volterrani M., Pardini G., Grossi N., Miele S., Gaetani M., 1997a. *Confronto varietale di specie graminacee microterme per tappeti erbosi. Nota I. Tempo di emergenza, velocità di crescita, densità, larghezza e contenuto azotato delle lamine fogliari. Rivista di Agronomia, 31 (1): 118–126.*

Volterrani M., Pardini G., Grossi N., Miele S., Gaetani M., 1997b. *Confronto varietale di specie graminacee microterme per tappeti erbosi. Nota II. Aspetto estetico generale, colore e percentuale di copertura. Rivista di Agronomia, 31 (2): 514–520. Walter H., Lieth H., 1960. Klimadiagramm-Wealtatlas*

## **RINGRAZIAMENTI**

*Desidero innanzitutto ringraziare il Dott. Stefano Macolino per l'opportunità, la disponibilità dimostrata nel corso di questi anni accademici e soprattutto durante il periodo di tesi per i suoi consigli e le rassicurazioni.*

*Desidero inoltre ringraziare Anna e Sara per il grande sacrificio, le rinunce e per i fine settimana passati a casa sui libri.*

*Un grazie sincero va alla mia famiglia per il sostegno dato fin d'ora soprattutto i mercoledì mattina.*

*Infine desidero ringraziare la mia amica Anita per avermi consigliato di intraprendere questo cammino di studi.*